SIEMENS HISTORIA DE LA CASA SIEMENS

GEORG SIEMENS

HISTORIA DE LA CASA SIEMENS

2

HISTORIA DE LA CASA SIEMENS

SIEMENS ▪ HISTORIA DE LA CASA SIEMENS

II

GEORG SIEMENS

HISTORIA
DE LA CASA SIEMENS

TOMO II

1923 – 1945

VERSIÓN ESPAÑOLA DE
EDUARDO PRADO Y
JULIO LÓPEZ MORALES

1956

EDITORIAL KARL ALBER
FRIBURGO DE BRISGOVIA / MUNICH (ALEMANIA)

Tipografía de Herder & C.ª en Friburgo de Brisgovia (Alemania)

INDICE

XXII.

EL SERVICIO TELEFÓNICO UNIVERSAL

Desde los tiempos de Helmholtz se sabía que la voz humana, físicamente considerada, era una mezcla de oscilaciones armónicas y acústicas de muy distintas frecuencias. Durante la última década del siglo XIX, los técnicos de teléfonos se ocuparon en investigar las leyes relativas a la propagación de los reproductores eléctricos de tales oscilaciones por las líneas. Se puso entonces de manifiesto que las frecuencias de alrededor de 800 oscilaciones por segundo o «ciclos» pertenecían a las que se daban más a menudo, razón por la cual se contó con este valor medio en ciertos cálculos aproximados y en algunas determinaciones.

Sin embargo, un sonido articulado contiene, por de pronto, una oscilación fundamental. Designa ésta el tono que señala al sonido el lugar que ocupa en la escala. Además, posee oscilaciones superiores, que son verdaderos múltiplos de la citada oscilación fundamental y que le confiere su timbre característico. Por último, está dotado de «formantes», que son oscilaciones distribuídas de modo totalmente irregular por la escala de frecuencias, siendo dichas oscilaciones las que convierten el tono en sonidos articulados. Por cierto que, en un determinado sonido y con entera independencia del tono y del timbre, se trata invariablemente de las mismas frecuencias, privativas del sonido: una «o» no varía, tanto si se canta o se pronuncia en la tonalidad del «la» de un bajo como en la del «re», con tres líneas adicionales, de una soprano.

Antes de que se describiesen sucintamente las leyes relativas a la formación de los sonidos articulados, los técnicos de teléfonos habían tratado de obtener datos más exactos sobre la forma en que la frecuencia de las oscilaciones eléctricas reproductoras del lenguaje influían, a su paso por la línea, en la atenuación de las citadas oscilaciones. Al principio se basaron tales consideraciones sobre la atenuación simplemente en una sola frecuencia media, la de 800 ciclos. No obstante, en este caso se trataba de fijar para todo el espectro de frecuencias la atenuación correspondiente y representarla en tal forma, que se registrase en un eje horizontal la escala de las frecuencias y se inscribiese como ordenada en el diagrama la atenuación calculada o medida en relación con las

distintas frecuencias. El curso de la curva obtenida se denominaba respuesta, mostrando para cada uno de los modelos usuales de línea un incremento más o menos intenso de la atenuación al aumentar la frecuencia.

La implantación del procedimiento de Pupin en los cables telefónicos, utilizados hasta aquel entonces, alteró la respuesta en el sentido de que descendió la atenuación en la gama media — es decir, alrededor de los 800 ciclos — a aproximadamente la cuarta parte. Además, se modificó por una gama considerable el carácter de la curva, discurriendo casi horizontalmente, o sea con atenuación uniforme, lo cual representaba, en comparación con las condiciones anteriores, una importante ventaja. Posteriormente se encorvaba hacia arriba en un determinado punto, haciéndose cada vez más empinada, de manera que, en tal lugar, el cable resultaba impenetrable por completo. Dicho punto de la impenetrabilidad se denomina la frecuencia límite. Se le podía desplazar más hacia arriba mediante la solución de reducir la separación de las bobinas, lo cual equivalía a aumentar el número de éstas.

El primer cable alemán de larga distancia — por el que, de momento, se entendía el instalado en tierra y destinado a la comunicación telefónica — puede considerarse el de Renania, el cual se montó poco antes de la guerra y en el transcurso de la primera parte de ésta, entre Berlín y Hannóver, vía Magdeburgo. Dicho cable se había proyectado como enlace directo entre Berlín—Magdeburgo—Hannóver—Dortmund—Colonia, con un recorrido de 600 kilómetros y conductores de cobre de 2 ó 3 mm. de grosor. Los conductores de mayor sección se utilizaban en la línea general, mientras que con los de menor grueso se atendían los ramales. Todavía era utilizado sin repetidores, poseía en los conductores de 3 mm., de la línea general, una frecuencia límite de 3.000 ciclos y, asimismo, en lo se refiere a su atenuación, respondía a todos los requisitos que por aquella fecha se creían posibles. Sin embargo, al terminársele poco después de las hostilidades, se puso de manifiesto la imposibilidad de salvar considerables distancias, sin recurrir al empleo de repetidores.

Por tal motivo, al cesar la conflagración se comenzó en Alemania a perfeccionar los repetidores de válvulas según Lieben o de Forest, que hasta entonces se habían empleado más o menos con carácter experimental, y a montar la nueva red de cables telefónicos, con vistas a la utilización de tales repetidores. En esta tarea coincidieron dos Centros para el logro de un trabajo común, el cual resultó extraordinariamente fructífero y condujo en pocos años a la consecución de asombrosos éxitos, a los que, no obstante, poca atención les dedicó la opinión pública.

Estas dos partes interesadas eran el Servicio de Correos del Reich y Siemens & Halske.

El Servicio de Correos mantenía ya desde 1888 una Oficina Técnica de Telégrafos, en la cual trabajaban ininterrumpidamente algunos físicos de grandes aptitudes, juntamente con aquellos empleados que procedían del propio Cuerpo de Correos y que se interesaban de manera singular por las cuestiones relativas a la técnica del telégrafo. A comienzos de siglo, este Organismo, de creciente importancia, se convirtió en la «Oficina Experimental de Telégrafos» con sus laboratorios y talleres experimentales, para recibir en el año 1920 la denominación de «Oficina Técnica de Telégrafos del Reich». A pesar de tratarse en este caso de un establecimiento estatal, se realizó en él una muy notable labor técnico-científica de investigación. Antes de ingresar en la empresa Siemens & Halske, Franke se había ganado en ella los primeros laureles científicos. Los nombres de Arendt, Breisig y K. W. Wagner adquirieron celebridad internacional. Al margen de este Centro de investigación, disponía también el Servicio de Correos del Reich de otros funcionarios muy activos y experimentados, tales como Feyerabend, Craemer, Kruckow y otros más, que seguían con el mayor celo la evolución experimentada en otros países, particularmente en los Estados Unidos, y los cuales aspiraban a estructurar el servicio de comunicaciones de Alemania, de forma que sirviera de modelo para los demás países, al menos en Europa. A estos círculos de técnicos pertenecía también Federico Lüschen, a quien Ebeling consiguió captar para Siemens & Halske, con motivo de la instalación del cable de Renania. Así existían desde hacía largo tiempo numerosos nexos personales entre el Servicio de Correos del Reich y la casa Siemens, surgiendo de ellos, al terminar la guerra, una cooperación que recordaba en muchos aspectos las antiguas relaciones con la Armada, aunque en este caso no estaba dedicada a la obra de la destrucción, sino a la reconstrucción y a la convivencia entre los pueblos.

Dada la peculiaridad de la materia, era imprescindible amoldar a los demás países europeos los requisitos técnicos previos del servicio telefónico de larga distancia, por cuya razón se fundó en el año 1924 el «Comité consultatif international pour les communications téléphoniques à grande distance» (CCI), el cual se unió, en el transcurso del año siguiente, a la Unión Telegráfica Universal y que, a partir de entonces, inició una labor conjunta europea de extraordinaria utilidad, muchas veces bajo la pauta marcada por la colaboración de los técnicos alemanes de comunicaciones.

En un principio surgieron grandes dificultades al instalar las válvulas amplificadoras en las líneas. La tensión aplicada a una válvula entre la

todavía mayores exigencias, razón por la cual Siemens & Halske retrocedió a una propuesta que dicha Empresa tomó en consideración al poco tiempo de implantarse el sistema de Pupin, sin llegar a ponerse en práctica, y que por entonces hacía su aparición como invención americana más reciente. Se mezcló polvo fino de hierro, de calidad especial, con un material de aislamiento, de manera que, en la masa resultante, cada una de las partículas de hierro se hallan rodeadas de una capa aislante, comprimiendo a elevada presión dicha masa plástica y dándole la deseada forma anular. Ante todo, tales núcleos de masa plástica respondían a las exigencias cada vez más severas, las cuales consistían en que cualquier repentino impulso de corriente, como, por ejemplo, el inducido por alguna línea contigua de alta tensión, no había de provocar ninguna alteración permanente en las propiedades magnéticas del material utilizado.

De esta forma comenzó a extenderse en el año 1920 la red alemana de cables de larga distancia, utilizando como base los cables propios, las bobinas de Pupin y los centros repetidores. Por parte del Servicio de Correos del Reich fué Craemer, más tarde Director General, quien fomentó este movimiento, a la vez que en la casa Siemens intervino análogamente Ebeling, al cual se le había confiado, entretanto, la dirección de la fábrica de cables de Gartenfeld, así como Lüschen. Consiguió éste imponer el criterio de que las personas ocupadas hasta entonces en las cuestiones respectivas, las cuales — de conformidad con la evolución histórica — se hallaban bastante dispersas y entre las que descollaba singularmente Bruno Pohlmann por razón de sus múltiples invenciones, quedaran agrupadas en un organismo unitario, el «Laboratorio Central de Telecomunicación», cuya dirección asumió. Sólo cuando este laboratorio — al cual pertenecían más de cien ingenieros y físicos, además de varios centenares de empleados auxiliares — ocupó el último piso del vasto edificio de la factoría Wernerwerk, pudo apreciarse qué proporciones había adquirido ya la tarea confiada al mismo. Como es lógico, resultaba imposible que los suministros realizados por éste constituyeran exclusivo monopolio de una sola firma comercial, pues, sobre todo, no era únicamente la AEG la empresa que había abordado con éxito en sus fábricas de cables la solución de los problemas secundarios, sino también Felten & Guilleaume. Por su parte, el Servicio de Correos del Reich se ocupaba afanosamente en ampliar la red de cables de larga distancia, quería aprovechar bien las experiencias, obtenidas en esta ocasión, con destino a los ulteriores tendidos y, ante todo, le interesaba que sus decisiones no tropezasen con disputas en materia de patentes, que pudieran suscitar sus proveedores. Ello dió motivo a que en 1921

se fundara una empresa mixta económica, la «Sociedad alemana de cables de larga distancia», cuyos copartícipes fueron, en principio, el Servicio de Correos del Reich, Siemens & Halske, la AEG y Felten & Guilleaume. La aludida Sociedad se hizo cargo del pedido relativo al suministro y tendido de los cables de larga distancia, respondía ante el referido Servicio de Correos del Reich de todas las consecuencias jurídicas, emanadas del contrato de obra, especialmente en lo que se refiere a observar los términos de la garantía, y distribuía los encargos entre sus tres asociados en la fabricación. Después de haberse impuesto este procedimiento, se admitieron otras cuatro fábricas cableras en calidad de miembros integrantes de la Sociedad.

Paralelamente a la ampliación de la red de cables de larga distancia en Alemania, el Servicio de Correos del Reich se ocupó en transformar con igual decisión los teléfonos — que hasta entonces eran de funcionamiento manual — en aparatos automáticos. Como se recordará, antes de la guerra y tras haber realizado en Hildesheim un primer ensayo práctico en gran escala, se había procedido paulatinamente a transformar algunas centrales sueltas. La más importante de ellas hasta entonces era la de Dresde, la cual se puso en servicio poco antes de iniciarse las hostilidades y poseía una capacidad correspondiente a 17.000 abonados. Sin embargo, se había elegido una distribución que, a primera vista, podía parecer algo anticuada. Como es sabido, la comunicación automática presupone que el abonado disponga de un aparato telefónico, dotado de disco de números o de marcar, el cual se diferencia substancialmente de los utilizados hasta entonces en lo que se refiere a su construcción y montaje. El hecho de cambiar todos estos aparatos equivalía, en una central importante, a un desembolso de varios millones. Con el fin de repartir los costes a lo largo de un cierto tiempo, se recurrió en Dresde y en otros lugares a la solución siguiente: la central en sí se instaló conforme se requería para el ulterior servicio totalmente automático, pero al abonado se le dejaba, de momento, su antiguo aparato telefónico. Al levantar aquél el microteléfono, efectuaba la llamada en la forma usual a la central, a la cual había de decirse el número del abonado con el cual se quería comunicar. La telefonista establecía entonces la comunicación a través de un dispositivo selector, marcando en nombre del abonado los números correspondientes, aunque para ello no utilizaba un disco, con el que se habría tardado demasiado tiempo, sino que pulsaba unas teclas, las cuales se hallaban agrupadas unas debajo de otras y de diez en diez, en tantas series como veces hubiera sido necesario hacer girar el disco de marcar. La operación de pulsar las teclas, a semejanza de la máquina de escribir, resultaba de tal rapidez (pues no constituye novedad el que todo lo

demás corría a cargo de los selectores), que sólo con ello se ahorraba ya la mitad del personal requerido para atender una central de servicio manual. Una vez transcurrido el plazo de transición, es decir, cuando todos los aparatos telefónicos de los abonados se encontraban equipados con discos de marcar, podía implantarse en la central el servicio totalmente automático, sin que para ello fuese menester realizar importantes modificaciones.

Como resultado de los trabajos efectuados durante unos quince años por el Servicio de Correos del Reich y Siemens & Halske, se consiguió un sistema definitivo con destino a las instalaciones selectoras de Correos, al cual en la casa Siemens & Halske se le dió el nombre de «Sistema del Servicio de Correos del Reich», si bien, con igual motivo, hubiera podido ostentar el nombre de la Casa. Y esto debido a que la disposición constructiva y de montaje tenía esencialmente su origen en ella, pues era la única propietaria de las numerosas patentes con las cuales se hallaba ligado por los cuatro costados. Se había llegado así, finalmente, a un estado de cosas, según el cual — caso de que se deseara persistir en el servicio automático — habían de quedar al margen las demás Firmas en lo tocante al montaje de centrales, cuando se procediera a la ulterior ampliación de la red pública alemana de teléfonos, mientras que Siemens & Halske disfrutaría con su sistema de un monopolio técnico. Ni el Servicio de Correos del Reich ni Siemens & Halske ignoraban que tal situación se haría insostenible a la larga, siendo ello la causa de que en el transcurso del año 1924 sugiriese el referido Servicio de Correos del Reich a las demás Firmas, gustosas de participar en el suministro de centrales automáticas con destino al servicio público, que entraran a formar parte de la «Sociedad constructora de instalaciones automáticas de teléfonos», a la vez que Siemens & Halske declarase estar conforme en ceder gratuitamente sus patentes y modelos a dicha Sociedad, con vistas a la ampliación de la red telefónica del Servicio de Correos del Reich.

Al aumentar el número de centrales automáticas con destino al tráfico urbano, surgió naturalmente la cuestión de cómo habría de organizarse la comunicación entre las mismas. Este problema alcanzaba apremiante interés para el servicio dentro de las grandes urbes, en las cuales solían existir varias centrales locales. Es fácil de comprender que en un mismo distrito urbano no podían existir dos modalidades distintas de servicio, es decir, automático en el interior de la central y manual de una central a otra, máxime ya que a los habitantes de tales grandes ciudades lo que menos les interesaba saber era a qué cuadro telefónico se hallaba conectado él o su corresponsal ocasional.

En consecuencia, el servicio automático de teléfonos se organizó sobre la base de varias centrales en las grandes ciudades, singularmente en Berlín, donde existían, finalmente, casi cincuenta de ellas, de manera que el abonado, que en dicha capital había de marcar un número de seis cifras, no se daba la menor cuenta de que la comunicación, por él establecida, pasaba incluso a través de varias centrales, sino que recibía la sensación de que formaba parte de una gigantesca red con una sola central, no menos enorme. Era lógico que se concibiera el plan de crear instalaciones análogas para todo el Reich, aun cuando su construcción requiriese una serie de años.

A ello se oponían, de momento, considerables dificultades de orden técnico. Tratándose de distancias cortas, tal como ocurre dentro de una ciudad, podían utilizarse, en general, para mover los selectores de una central distinta los mismos impulsos eléctricos, formados por la corriente continua interrumpida, que hasta entonces se habían empleado en el interior de la propia central. Sin embargo, cuando se trataba de grandes distancias, no había más remedio que reconocer la imposibilidad de utilizar la corriente continua. Primeramente, por la misma razón que había habido de prescindirse de ella para la transmisión de la energía eléctrica a través de grandes distancias, pero también por ser frecuente que, debido a los más diversos motivos, las líneas interurbanas se hallaran bloqueadas mediante pequeños transformadores, los cuales pueden ser atravesados sin más requisito por las corrientes telefónicas que actúan en forma de corrientes alternas. Por tanto, para el funcionamiento de los selectores tenía que utilizarse corriente alterna de la frecuencia usual en la técnica de la alta tensión, la cual se subdividía posteriormente en trenes sueltos de ondas, por efecto del proceso selector. El problema resultaba todavía más complejo en el caso de los verdaderos cables de larga distancia con sus repetidores. A tenor de la forma en que estaba planteada la cuestión, éstos sólo permitirían el paso de las corrientes que correspondieran al carácter de las utilizadas en la telefonía. Para efectuar la selección tenía que emplearse, en consecuencia, una corriente alterna de la frecuencia acústica (selección por frecuencias sonoras), siendo en este punto donde surgía la dificultad de que, en ciertas circunstancias, así como mediante la propia conservación, podían originarse también sonidos de tal índole, que, sin querer, motivaran maniobras de los selectores. No obstante, Siemens & Halske consiguió dominar, finalmente, todas estas fuentes de perturbaciones y proyectar sistemas que permitieran efectuar la selección a través de las mismas distancias quo alcanzaba la comunicación telefónica. Algunas grandes redes privadas de Alemania, entre las que se contaba la de «Vereinigte

Stahlwerke», se beneficiaron de este éxito y dispusieron, por último, de instalaciones telefónicas de servicio totalmente automático, es decir, de cuadros telefónicos sin personal que los atendiera, los cuales se hallaban separados a centenares de kilómetros. La mayor de estas redes privadas era la de los Ferrocarriles del Reich, organismo que, en el período comprendido entre los años 1930 y 1940, encargó a la empresa Siemens & Halske una red telefónica para su servicio, mediante la cual existía la posibilidad de que una estación de Constanza celebrara una conferencia con otra de Oppeln o Königsberg, sin que se necesitase para nada la presencia de ningún empleado en cualquier cuadro telefónico. En el caso de que los selectores hallaran ocupado el camino directo hasta la estación terminal deseada, escogían — mediante la exploración de las líneas libres — cualquier derivación hasta la misma, sin que el abonado se diese la menor cuenta de ello: se habían convertido en verdaderos «robots».

Si bien es verdad que, antes de incluirse la mencionada red de los Ferrocarriles del Reich, había quedado plenamente demostrado lo factible que era la realización técnica de la tarea, y por más que la Administración de Correos de Baviera hubiese efectuado con éxito en 1923 un ensayo en gran escala con algunas redes de Weilheim, la Administración de Correos del Reich no se decidía a automatizar la red telefónica de larga distancia, debido a que en esta clase de comunicaciones se había demostrado, desde hacía tiempo, la conveniencia de recoger en la llamada sección interurbana — en puestos especiales de solicitud de conferencias — las peticiones de los abonados e inscribirlas en unas hojas, las cuales se cumplimentaban después en el verdadero cuadro telefónico, por orden de recepción. Comoquiera que las conferencias se aglomeraban usualmente en las horas de mayor tráfico telefónico, era menester aprovechar al máximo las líneas muy recargadas, para lo cual, nada más concluirse una comunicación, había de iniciarse la siguiente, ya preparada. Esta preparación consistía en avisar al abonado que pedía la conferencia y al que era llamado, estableciendo la comunicación entre ellos en cuanto quedaba libre la línea interurbana. El Servicio de Correos del Reich compartía la opinión de que le era imposible prescindir de esta modalidad del servicio, debido a que, si se hubiera dejado a los abonados establecer por sí mismos la comunicación interurbana, los vanos intentos de llamada bloquearían de tal modo, en las horas de máximo servicio, las instalaciones selectoras y las líneas de acceso, que solamente una extraordinaria densidad de la red hubiera proporcionado un remedio eficaz. Sin embargo, durante la mayor parte del día se aprovecharía deficientemente el capital de explotación, lo que era inadmisible desde un punto de vista económico. Por todas estas razones, la Administración

de Correos del Reich se aferró al servicio telefónico interurbano, atendido manualmente, si bien lo modernizó mediante la nueva construcción de grandes centrales telefónicas, en las cuales se utilizaban al máximo las instalaciones semiautomáticas, con el fin de ahorrar personal. También en este campo de actividades halló lucrativo trabajo Siemens & Halske para la fábrica de Zwietusch, de la que, entretanto, se hizo cargo aquélla y la cual se había especializado en la construcción de centrales telefónicas interurbanas, de suerte que en el transcurso del año 1926 se puso de manifiesto, en la Charlottenburger Salzufer, la necesidad de contar con una nueva construcción de vistoso aspecto.

Al gigantesco aumento de transacciones que el negocio de los teléfonos originó en Siemens & Halske durante la primera década posterior a la guerra, contribuyó también, de manera decisiva, el perfeccionamiento de las instalaciones de teléfonos supletorios. Por «teléfono supletorio» entendía el Servicio de Correos del Reich un aparato que se encontraba montado en las proximidades del verdadero «teléfono principal» del abonado, como, por ejemplo, en otra habitación de la misma Empresa, y el cual, en el caso de convenir así, podía conectarse a la línea telefónica, en lugar del citado teléfono principal. En Alemania alcanzaron poca importancia estas instalaciones en los primeros tiempos del teléfono, es decir, hasta alrededor del año 1900. Existían muy pocas entidades importantes que tuvieran necesidad de poseer, en distintos puntos de su establecimiento, comunicación con la central pública de teléfonos. No obstante, en determinados casos — como grandes fábricas, empresas comerciales, Bancos, hoteles y algunos organismos — se había manifestado el deseo de poseer instalaciones telefónicas privadas, por cuyo nombre se las conocía, a fin de disfrutar de la comunicación telefónica en el interior del edificio. Enrique Fuld satisfizo en Francfort del Main estos deseos, para lo cual montó, con destino a los interesados, tales instalaciones de teléfono interior, las cuales, siempre que se conservaron dentro del recinto de las propiedades, no cayeron bajo el monopolio de telégrafos del Reich. Sin embargo, Enrique Fuld no vendía los teléfonos interiores a sus clientes, sino que cobraba una «tasa de instalación», en concepto de tendido de la red de líneas y de montaje de los aparatos. Se reservó la propiedad de estos últimos, abonándole el cliente unos derechos de arrendamiento por el empleo de la instalación, en los cuales iba incluída la conservación de la misma por parte del arrendatario. Los contratos relativos a estos arrendamientos solían hacerse por una duración de quince años.

Poco después de su fundación, la «Deutsche Privattelephongesellschaft H. Fuld & Co.» experimentó un gran impulso, lo cual se debió a que,

en el año 1900, el Servicio de Correos del Reich suprimiese el monopolio, ejercido hasta entonces, sobre la instalación de teléfonos supletorios. Se autorizó en adelante a la industria privada la venta o el arrendamiento de estas instalaciones de teléfonos supletorios a los abonados. Como es natural, dichas instalaciones pudieron enlazarse también con los verdaderos teléfonos privados, con la sola condición de que habían de ajustarse a determinadas prescripciones del Servicio de Correos del Reich, promulgadas por este Organismo estatal en interés de la seguridad de su explotación telefónica y de la percepción de sus derechos. En lo sucesivo, casi todas las instalaciones de teléfonos supletorios eran de este modelo combinado.

La libre competencia de la industria no redundó exclusivamente en beneficio del perfeccionamiento técnico de estas instalaciones supletorias, sino que fomentó de manera extraordinaria su difusión, pues las diversas Empresas que integraban la industria de los teléfonos se dedicaron, mediante sus organizaciones de propaganda, a poner en conocimiento de los interesados las ventajas inherentes a las instalaciones telefónicas, todo lo más perfectas y dilatadas. Bien es verdad que, con anterioridad a la guerra, Siemens & Halske no se hallaba precisamente a la cabeza de estas actividades propagandísticas y se daba por satisfecha con mantenerse a la disposición de los clientes importantes de toda la Casa, dejando a las demás Entidades el negocio de menor escala.

De entre estas últimas era la de Fuld la que más operaciones comerciales realizaba. Aunque en un principio había adquirido a sus competidores — incluyendo a Siemens & Halske — el material que necesitaba, comenzó a montar una fábrica en Francfort cuando aumentó el volumen de sus transacciones y proyectó modelos propios, de satisfactorio rendimiento. Sin embargo, puso el mayor empeño en fundar por doquier Sociedades subsidiarias, a las cuales incumbía la venta de sus productos, y operaba, además, con una legión de representantes a comisión, que aseguraban el acceso al último rincón de la economía industrial de Alemania. Se captaba así al cliente más insignificante y, en el transcurso de quince años, no dejó de surgir, de entre alguno de éstos, uno de gran talla.

Después de la guerra se acrecentó de año en año en Alemania la importancia del negocio de los aparatos supletorios. Las autoridades estatales y municipales ampliaron extraordinariamente sus organizaciones administrativas, aumentaron los servicios de abastecimiento, la industria se agrupaba en unidades cada vez mayores, con la inflación se hinchaba el negocio bancario y, donde antes había bastado un aparato telefónico, tenían que instalarse entonces muchos más. En todas las grandes urbes existían, por docenas, instalaciones privadas con varios cientos de aparatos telefónicos, y los propios servicios de la Siemensstadt (Ciudad Siemens) contaban ya en el año 1913 con una central particular, que comenzó utilizando 600 teléfonos; 25 años más tarde, esta cifra se había remontado a 12.500. Por consiguiente, a las Oficinas Técnicas de Siemens & Halske se les señaló expresamente la importancia del negocio que implicaban los teléfonos supletorios de las instalaciones privadas.

Con ocasión de una conferencia de representantes, celebrada en Berlín, se armó un gran revuelo. Pronto resultaría imposible sostenerse frente a la competencia de Fuld, especialmente por la sencilla razón de que éste brindaba a los clientes, ante todo, un negocio de arrendamiento, el cual, pese a sus obligaciones, seguía siendo preferido por muchos, pues requería un menor capital de inversión. En consecuencia, la casa Siemens no tendría más remedio que arrendar también las instalaciones, lo que hasta entonces había rechazado de plano.

Las personas representativas de la Wernerwerk tenían sus dudas, debido a que, en virtud de las modalidades introducidas por Fuld, el negocio de arrendamiento no parecía ajustarse a las demás operaciones comerciales de la Casa y a que también parecía problemático el hecho de introducir en él modificaciones importantes, una vez que se hubiera generalizado. Sin embargo, se había llegado hasta un extremo tal, que las demás Empresas tomaron la decisión de imitar a Fuld, a fin de que no se hiciera dueño de todo el negocio de teléfonos supletorios de pequeña y mediana importancia, adoptándose, finalmente, la decisión de hacerse cargo de una Sociedad arrendadora, fundada no hacía mucho tiempo y que había contraído fuertes deudas con Siemens & Halske por razón de suministros de material, explotándola con distinto nombre. En consecuencia, esta Sociedad atendería el negocio relativo al arrendamiento de instalaciones de teléfonos supletorios, a la vez que los posibles interesados en adquirir las instalaciones en propiedad serían remitidos a la Oficina Técnica competente y también viceversa.

Fué entonces cuando se inició una parodia sin par en la larga historia de la Empresa. El mismo cliente escuchaba, primero de labios del representante de la Sociedad arrendadora, el apremiante consejo de no concertar contrato alguno de compra, toda vez que el alquiler de las instalaciones le resultaría incomparablemente más ventajoso, no transcurriendo muchos días en que fuese el representante de la Oficina Técnica quien le precaviera con respecto a los contratos de arrendamiento. Todas las exhortaciones que se hacían desde la Dirección para el logro de una labor de conjunto en buena armonía era como predicar en desierto. No se trataba únicamente de los intereses materiales de los representantes a comisión que poseía la Sociedad arrendadora, sino que todavía era

mayor el malestar que producía, singularmente en las Oficinas Técnicas, la competencia dentro de la propia Casa, lo que no se consideraba, en verdad, provechoso. La discordia de las esferas inferiores se propagó a los estratos superiores de la factoría Wernerwerk, en donde cada partido poseía sus defensores y en donde continuamente se trataba de dirimir las interminables pugnas mediante la creación de nuevas fórmulas de compromiso. A esto se sumaba la dificultad de que la unificación hubiera implicado el despido o descenso de categoría de determinados empleados, lo cual se deseaba evitar para no incurrir en un inmerecido rigor. Sólo por razón de la gran crisis económica y de la nueva reglamentación de los teléfonos supletorios, realizada por el Servicio de Correos del Reich a continuación de aquélla y con lo cual las operaciones de arrendamiento perdieron su principal aliciente, se impuso la unificación de todo el negocio dentro del ámbito de las Oficinas Técnicas. Su liquidación registró un experimento poco grato, demostrando tal prueba que el organismo de la Casa reaccionaba enconadamente contra la aparición de cuerpos extraños.

Cuando en 1928, al cabo de veinte años de consecutivas operaciones comerciales con las instalaciones telefónicas automáticas, se sumaron en la casa Siemens las cifras de transacciones, pudo comprobarse que en el término de estos veinte años se habían suministrado — con destino a las centrales públicas de teléfonos y exclusivamente para ellas — instalaciones correspondientes a poco más o menos 1½ millones de aparatos, lo cual suponía alrededor de la cuarta parte de la producción mundial. Entre ellas se contaban pedidos del extranjero por unos 400.000 aparatos telefónicos. A estas operaciones con el extranjero ha de hacerse todavía referencia con más detenimiento, pues revistieron tanta importancia como laboriosidad.

En Nueva York se fundó durante el año 1920, con una importante participación del Morgan Bank y del National City Bank, la « International Telephone and Telegraph Corporation », con el fin de montar o adquirir — al principio en América Central y del Sur, pero posteriormente también en otros países — instalaciones telegráficas y telefónicas alámbricas e inalámbricas, tendidas por tierra firme o a través de los mares, aunque invariablemente con miras a explotarlas. Pocos años después adquirió esta Sociedad la «International Western Electric Corporation of New York», transformándola en la « International Standard Electric Corporation of New York ». Con ello pasó a su propiedad una serie de fábricas de material de telecomunicación, entre las cuales se contaba una en Europa, la « Bell Telephone Manufacturing Co », de Amberes.

El grupo de la I. T. T., financieramente muy poderoso, era una de las dos firmas importantes norteamericanas, con las cuales tenía Siemens & Halske que competir en el extranjero. La otra estaba constituída por la « International Automatic Telephone Co », filial de la Sociedad Strowger de Chicago, con la cual — lo mismo que con la « Western » — Siemens & Halske había concertado antes de la guerra un contrato de licencia. Estas antiguas relaciones con las Empresas norteamericanas se renovaron después de la guerra, resultando de ello determinados acuerdos entre los tres grupos, mediante los cuales había de suavizarse la competencia. Sin embargo, al poco tiempo surgieron muy serias desavenencias, que se prolongaron durante varios años y terminaron con un proceso ante un tribunal de arbitraje en Londres.

No obstante, la casa Siemens & Halske había llegado ya a la conclusión de que, en cuanto al mercado internacional de los negocios del teléfono, no podían fabricarse simplemente los aparatos en Alemania y venderlos después en el extranjero, como otro producto cualquiera. Se debía esto a que, casi siempre, el teléfono era monopolio estatal o — al menos — municipal, lo cual significaba que habían de tomarse en consideración todas aquellas dificultades resultantes de que los propugnadores de los intereses públicos se creían en la obligación de fomentar la « economía nacional ».

El procedimiento más antiguo, ya utilizado en la industria electrotécnica en los tiempos de su impetuoso florecimiento hacia finales del siglo XIX, consistía en fundar talleres propios en el extranjero. A una filial, en la cual participase comúnmente el capital extranjero y en cuyo Consejo de Administración figuraran destacadas personalidades del respectivo país, que, además, emplease de manera primordial la mano de obra de la localidad y pagara sus impuestos como si se tratase de una Empresa nacional, apenas si podía reprochársele no pertenecer a la economía del país. Para su representación en Suiza, la Sociedad « Siemens Elektrizitätserzeugnisse », de Zurich, Siemens & Halske creó en el año 1922 una fábrica situada en Albisrieden, cerca de Zurich, ampliándola de acuerdo con las necesidades que imponía la técnica de la telecomunicación, especialmente el teléfono. En 1924 recibió la denominación de « Telephonwerke Albisrieden », sustituyéndose su nombre en 1935 por el de « Albiswerk AG Zurich ». Con su apoyo, la casa de Zurich no tardó en iniciar una afortunada gestión frente a la competencia, en especial contra la fábrica que la « Standard » poseía en Amberes.

Una segunda fundación se efectuó en el Japón durante el año 1935, colaborando con la Empresa ya existente en aquel país, de la cual todavía hemos de ocuparnos, la Fusi Denki K. K., para lo que se montó en

Kawasaki una fábrica de material telefónico, que firmaba bajo la razón social de Fusi Tsushinki Seizo K. K. A las grandes necesidades que el país, en pleno florecimiento económico, experimentaba respecto a los medios de comunicación, se sumaba la ineludible tarea de reparar las ingentes destrucciones originadas por el terremoto del año 1923. Comoquiera que la casa Siemens se hallaba bien introducida en el Japón hacía ya años y participaba activamente, entre otras cosas, en la ampliación de la red japonesa de cables de larga distancia, también en este sector se realizó un negocio muy halagüeño en relación con el teléfono.

Finalmente, durante el año 1930 se fundó en Praga, a instancias del Gobierno checoslovaco, la « Elektrotechna AG für Schwachstromtechnik », con un capital de 16 millones de coronas. Poseía esta Empresa una fábrica en Praga-Karolinenthal, en la cual trabajaban, en un principio, unas 600 personas, contando, asimismo, con una organización propia de ventas. Se regía desde Berlín en lo que se refiere a las cuestiones técnicas y tenía por misión abastecer el mercado, no solamente de Checoslovaquia, sino también de otros países de Europa oriental. Entre éstos se contaba principalmente Yugoslavia, que prometía un terreno muy fructífero para los negocios de Siemens, relacionados con los teléfonos y los cables de larga distancia.

Por otra parte, la I. T. T. y la « International Standard Electric Corporation », fundada por la primera para agrupar todas sus fábricas, no había dejado de ampliar sus instalaciones fabriles en países no americanos. Aparte de la aludida fábrica de Amberes, poseía factorías de análoga importancia en París y Londres, así como pequeños talleres en casi todas las capitales europeas, talleres que producían exclusivamente piezas sueltas o se limitaban a los trabajos de montaje. También en Alemania llegó a tener una sólida posición merced a la adquisición de fábricas ya montadas. Había fundado en Berlín la « Standard Elektrizitätsgesellschaft AG » y desde ella, en forma de agrupación central, administraba las Empresas de su propiedad, es decir, la « Akt.-Ges. Mix & Genest », de Berlín, la « Telephonfabrik Berliner AG », de Berlín-Schöneberg, la « Ferdinand Schuchhardt, Berliner Fernsprech- und Telegraphenwerk AG », de Berlín, y la « Süddeutsche Apparatefabrik GmbH », de Nuremberg. Además, compró en el año 1930 la empresa « C. Lorenz AG », de Berlín, la cual, sin embargo, no quedó subordinada a la « Standard Elektrizitätsgesellschaft » de Berlín, sino directamente a la I. T. T.

Como segundo factor del comercio internacional de telecomunicación se ha aludido al negocio de empresa sobre la base de concesiones. El grueso de las operaciones comerciales de concesiones de la I. T. T. se hallaba en América Central y del Sur, siendo éstas las de Méjico,

Puerto Rico, La Habana, Perú, Brasil Meridional, Argentina y Chile. Como es natural, en el caso de Siemens & Halske no había más remedio que seguir estos derroteros, si no se querían dejar escapar de antemano importantes perspectivas de operaciones comerciales. La situación se presentaba en análoga forma al negocio de la corriente de alta tensión durante el último decenio del siglo XIX.

En las provincias septentrionales de la Argentina, limítrofes con Paraguay, una pequeña Empresa había montado, en régimen de administración propia, instalaciones telefónicas que, dadas las crecientes necesidades de ampliación y modernización, rebasaban las posibilidades financieras de la susodicha Empresa. Como consecuencia de ello logró Siemens & Halske, merced a la compra de las acciones, adquirir los derechos de concesionario y transformar la Firma en la « Compañía Internacional de Teléfonos », la cual evolucionó satisfactoriamente al renovarse las instalaciones urbanas y al ampliarse las líneas interurbanas. Poco después hubo ocasión de comprar a la « Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft», la única Sociedad alemana de cables marítimos que quedó después de la guerra, una pequeña Empresa filial, la «Compañía Telegráfica — Teléfonos del Plata ». Esta Sociedad explotaba un cable marítimo, tendido entre Buenos Aires y Colonia, a través de la desembocadura del Plata, con el fin de enlazar entre sí las capitales de la Argentina y del Uruguay. El servicio telegráfico que se transmitía por este cable era, en verdad, insignificante y cada vez se reducía más, pero con él se disponía de puntos de apoyo en ambas márgenes del río de La Plata, merced a lo cual se consiguió, al fin, echar también raíces en Montevideo, obtener el pedido relativo a la automatización de aquel servicio telefónico y adquirir, al mismo tiempo, la mayoría de las acciones correspondientes a la « Montevideo Telephone Co », que operaba en aquella zona. Esta última se fusionó entonces con la « Compañía Internacional», expandiéndose a las provincias meridionales del Uruguay el negocio de concesiones, de manera que la totalidad de estos servicios telefónicos de La Plata representaba una Empresa muy importante, en la cual se dió también posteriormente participación a la I. T. T., con el fin de asegurar unas relaciones amistosas con la « River Plate Telephone Co », de Buenos Aires, de la que era propietaria.

En el transcurso del año 1930 se consiguió obtener del Gobierno y del Parlamento de Grecia la concesión para montar y explotar las instalaciones de teléfonos urbanos de aquel país. Por un contrato concertado simultáneamente, Siemens & Halske logró la instalación de las líneas y las centrales interurbanas, cuya explotación se reservó el Estado. Después de algunas dificultades iniciales, este acuerdo evolucionó muy satis-

factoriamente mediante una Empresa explotada por una Sociedad especial, no sin que para ello fuese menester que Siemens & Halske contribuyera con una buena parte del capital requerido, nada significante por cierto. Al igual que las concesiones argentinas, también ésta pasó posteriormente a ser propiedad del Estado, como consecuencia de la segunda Guerra Mundial. Al fin y a la postre, ésta es la finalidad de las concesiones: al surgir nuevas aplicaciones técnicas o en el caso de países poco desarrollados, deben abrir el camino al Erario para que éste pueda continuar más tarde la explotación, valiéndose de sus propios medios. Ahora bien; el concesionario no debe expiar durante este proceso los pecados cometidos por su copartícipe estatal.

Con tales explotaciones de concesiones, asociadas a una gran Entidad de fabricación, siempre existe, como es natural, el peligro de que las factorías, cuyos productos necesita la Sociedad de industriales, inciten a ésta a que introduzca invariablemente el «último grito» de sus trabajos evolutivos, es decir, que traten siempre de representar sus intereses de ventas, sin consideración alguna a la rentabilidad de la Empresa asociada. Con el fin de combatir esta tendencia, se formó en Siemens & Halske —bajo la jefatura de Ricardo Dierdks, miembro de la Junta Directiva— un «Centro para Empresas de Concesiones». En son de broma se la denominaba la «Sociedad Anónima de papel», debido a que se la trataba como si fuera una empresa totalmente autónoma. Poseía una Comisión llamada «Consejo de Administración», en la cual tenían un representante las Secciones interesadas, especialmente la Sección Financiera y la Contabilidad Central. De este modo quedaba asegurado que las Empresas concesionarias no se verían lastradas con planes y caprichos que pusieran en peligro su rentabilidad.

Cuando una nueva creación técnica, como el teléfono con sus redes que encierran países enteros, ha de introducirse en la vida práctica, tal tarea no puede ser llevada a cabo por Entidades pequeñas. El que los problemas técnicos—y las tareas económicas que ello implica—presupongan no sólo las vastas experiencias encarnadas en un importante plantel de adiestrados colaboradores, sino también una considerable fuerza financiera, es cosa que debe haber quedado perfectamente aclarada en el presente relato. Tampoco parece necesitar explicación alguna que tales Empresas hayan de poseer una participación adecuadamente importante en la totalidad de negocio, si es que han de subsistir. No obstante, estos conocimientos no impiden que ciertos círculos piensen inmediatamente en «monopolios». También en Alemania se habló de que, al ampliarse la red germana de teléfonos, Siemens & Halske había ejercido prácticamente un monopolio. Ello no se ajustaba a la realidad, pues

su participación en los oportunos pedidos del Servicio de Correos se elevaba a alrededor del 60 por 100, lo que no fué obstáculo para que Carlos Federico v. Siemens aprovechara las habladurías y rumores sobre el particular para exponer en la Junta General del 17 de enero de 1930, entre otras cosas, lo siguiente: «Durante estos últimos tiempos quizá hayan leído ustedes en algunas publicaciones que nuestra posición en muchos sectores tiene visos de monopolio y que, por esta razón, deberá combatirse. Cuando un monopolio industrial es el resultado de una labor inteligente y no se basa en ley alguna ni en ningún control de materias primas, sino que descansa en el principio de producir lo mejor por el procedimiento más barato, me parece que esto constituye un fenómeno económico muy halagüeño, pues, en cuanto descendiese la calidad del trabajo prestado, haría su inmediata aparición una considerable competencia. No quiero ahora entrar en detalles acerca de la conveniencia y necesidad de los consorcios. No cabe duda de que es preferible un monopolio, basado en el trabajo y en la capacidad, a un consorcio, en el cual han de tenerse constantemente en cuenta los elementos más débiles...»

De esta forma se caracterizan, en realidad, las tres modalidades de monopolios económicos que existen, es decir, el monopolio otorgado por ley o por decreto (ferrocarril, abastecimiento de energía o bien—lo que, en este sentido, no deberá pasarse por alto—la supremacía de una industria, a costa de prohibitivos aranceles proteccionistas con respecto a la competencia extranjera), el monopolio normalmente condicionado por la región en que se encuentran las materias primas (explotación de yacimientos o fuentes de energía) y el monopolio de prestaciones. Antes de abordar este asunto, es menester percatarse de que su origen materno lo constituye la invención protegida por la patente industrial. Todo aquel que no sea partidario del monopolio de prestación tiene que eliminar, ante todo, la mencionada patente.

En consecuencia, suprimirá también por completo el derecho de autor, incluso el del artista y del escritor. Solamente entonces podrá, en justicia, pronunciarse contra el monopolio de prestación.

XXIII.

ELECTROTERMIA Y ELECTROMEDICINA

El hecho de que un conductor se calentara al ser recorrido por una corriente fué una de las observaciones más antiguas que se hicieron por medio de la física, con ocasión de estudiarse los fenómenos eléctricos, a lo cual ya recurrieron los médicos hacia mediados del siglo XIX. Se empleaba un fino alambre de platino — curvado en forma de horquilla, sujeto a un mango y calentado al rojo blanco mediante la corriente de varias pilas — para realizar pequeñas intervenciones quirúrgicas, en especial, con el fin de quitar excrecencias. A este proceso se le denominaba galvanocauterización. Por tanto, atendiendo a su origen, la «electrotermia» y la «electromedicina» son hermanas gemelas. Sin embargo, mientras se dependió de pilas como fuentes de alimentación, no pudo pensarse en la aplicación en gran escala de la electrotermia, persistiendo este estado de cosas hasta el año 1883, o sea hasta la Exposición de Viena, que se celebraba a la sazón, y en el transcurso de la cual se exhibieron algunas aplicaciones prácticas, tales como calentadores de agua, calientatenacillas, mecheros para cigarrillos, mantas eléctricas y similares, que la opinión pública consideraba de manifiesto lujo para la gente rica. No obstante, la seguridad en el funcionamiento y la duración de tales aparatos eléctricos dejaba todavía mucho que desear.

Por sencillo que parecía el principio de utilizar como fuente calorífica el conductor recorrido por una corriente, no menos difícil resultaba su realización práctica. En la mayoría de los casos se precisa que el conductor adquiera una temperatura de 600° a 700°, a fin de lograr el efecto apetecido, lo cual viene a corresponder al rojo mediano. A estas temperaturas, sin embargo, se oxidan los metales no refinados y el alambre calefactor se recubre de cascarilla de óxido, quemándose al poco tiempo. Comoquiera que, en razón del precio, sólo en casos excepcionales podía recurrirse al empleo del platino, la cuestión relativa al material para el cuerpo calefactor parecía insoluble. También el aislamiento del conductor incandescente planteaba grandes dificultades. Los materiales fibrosos y los productos a base de caucho quedaban descartados de antemano. El vidrio, como «líquido viscoso», se disocia a las elevadas temperaturas y se convierte en un conductor electrolítico, mientras que la porcelana pierde, asimismo, considerablemente su propiedad aislante y es muy sensible a las variaciones de la temperatura, como tampoco resulta adecuada la mica al calentarse. Así, pues, estos primeros aparatos eléctricos no suponían recomendación alguna en cuanto a la idea de utilizar la corriente eléctrica para producir calor, por cuya razón no se sentía muy inclinada Siemens & Halske a ocuparse seriamente en este asunto. El suministro de una instalación eléctrica de calefacción y cocción a la fábrica estatal de opio, de Batavia, era notable por el lugar y su finalidad de aplicación, pero no pasó de ser un caso aislado.

Por el contrario, Enrique Voigt — el fundador de la casa Voigt & Häffner — a quien ya se ha aludido anteriormente, se había ocupado también, al comienzo de su carrera, del problema relativo a los cuerpos calefactores, ocurriéndosele embutir a fuego unas tiras de metal refinado, que no se oxida, en capas de esmalte como soporte aislante. Los elementos calefactores, obtenidos de esa forma, superaban a todos los demás existentes en la época de su aparición y ello fué el motivo de que bajo la colaboración de Voigt surgiera en Francfort del Main una fábrica especial de aparatos eléctricos de calefacción, cuya razón social era «Prometheus», la cual fué considerada durante muchos años, hasta después de la primera Guerra Mundial, como una de las Empresas rectoras en este peculiar sector de la industria. Dicha fábrica mantuvo una gran actividad en las exportaciones y, con sus magníficos productos, prestó una notable contribución a la técnica de la electrotermia.

Como es natural, para potencias más elevadas no resultaba apropiada la solución de Voigt y, en relación con ellas, se requería imprescindiblemente un conductor en forma de alambre, que estuviera exento de la formación de cascarillas de óxido. En los Estados Unidos surgió por primera vez la idea de utilizar en la fabricación del conductor calefactor una aleación de hierro con cromo y níquel, que se conoció por el nombre de acero al cromoníquel. Según la proporción en que se mezclen los tres componentes, se obtienen los diversos aceros al cromoníquel y, entre ellos, los que no contienen ya hierro alguno. Estos aceros no están sujetos a la formación de cascarilla de óxido y, por tal motivo, se acreditaron con carácter general como conductores calefactores hasta una temperatura de alrededor de 900°, máxime debido a que, entretanto, se había ideado la forma de fabricar aisladores con masas cerámicas, capaces de soportar las variaciones de la temperatura.

Poco más o menos por la época en que Moissan descubrió el carburo

de calcio C_2Ca, produjo Acheson, inventor norteamericano, el carburo de silicio CSi, fundiendo conjuntamente en el horno eléctrico arena, coque y sal. Como consecuencia de su extraordinaria dureza se le utilizó en el comercio como abrasivo con el nombre de carborundo. Cuando posteriormente se descubrió cómo reducir los cristales de tamaño grande, fué factible tratar este material como una masa cerámica, fabricando con ella en 1903 la Sociedad Gebr. Siemens & Co., de Lichtenberg, unos cuerpos en forma de varillas y tubos, que introdujo en la industria como resistencias calefactoras y bajo la denominación de « silita ». Estas resistencias de silita podían someterse a temperaturas hasta de 1.400° y brindaban, por consiguiente, la posibilidad de construir hornos calentados eléctricamente por resistencias, en los cuales podían fundirse el cobre y sus aleaciones, calentar el acero hasta la temperatura de forja y cocer la porcelana.

Por tanto, en los últimos años que precedieron a la primera Guerra Mundial, se había progresado técnicamente hasta tal extremo, que en el hogar y en la economía industrial se hubiera podido satisfacer cualquier pretensión surgida respecto a la producción eléctrica de calor, si la aplicación de la electrotermia no hubiese tropezado con el prejuicio de que en la transformación de la corriente eléctrica en calor sólo se aprovechaba una décima parte de la energía necesaria para producirla en la central térmica.

Quienes se expresaban en tales términos, pasaban por alto que, al calentar directamente con carbón o gas una estufa o un hornillo, la mayor parte del calor generado durante el proceso de la combustión se pierde también por efecto de los humos y de las radiaciones, pues es indiscutible que el fogón de carbón calienta simultáneamente la cocina. En consecuencia, no es ésta la forma de hacer los cálculos. Además, en multitud de casos importa menos el aprovechamiento del combustible que la limpieza, la comodidad y la posibilidad de regular fácilmente la instalación eléctrica de caldeo. En comparación con el carbón, supone un ahorro de transporte y almacenaje del combustible, y, con respecto a la utilización del gas, no resulta peligrosa ni vicia la atmósfera. Algunos procesos industriales como el recocido, el temple y la bonificación de piezas de acero exigen que la temperatura prescrita se mantega exactamente durante cierto tiempo, tarea ésta que se hace difícil de cumplir cuando se emplea el carbón. Y todo esto aparte de que el cálculo del rendimiento cae por su base, siempre que la energía eléctrica no se obtenga del carbón, sino de centrales hidráulicas.

Ello se puso especialmente de manifiesto, cuando, en el transcurso de la guerra y durante los primeros años que siguieron a ésta, se hizo sentir en

todas partes una gran penuria de carbón. También Suiza y los países escandinavos, en particular Noruega, recurrieron — como consecuencia de carecer de yacimientos propios de carbón — a sus centrales hidráulicas, incluso para aquellas finalidades en las que hasta entonces se había empleado el carbón. De esta forma fueron Suiza y Noruega las creadoras de la cocina eléctrica en Europa, a la par que en el Nuevo Mundo eran los Estados Unidos los que también asumieron con ímpetu la tarea de implantar la electrotermia en el hogar, en este último caso más que nada, porque la peculiaridad de la evolución social permitía sólo a muy pocos acaudalados el lujo de tener servidumbre propia.

Al menos en Alemania, las fábricas públicas de electricidad se mostraron, en un principio, escépticas ante la idea de introducir, con carácter general, la electricidad en la cocina. Sus tarifas para el pequeño consumidor fluctuaban entre 40 y 60 pfennig por kilovatio-hora. A tenor de esto, la preparación de un almuerzo para una familia de cinco personas suponía — ahorrando al máximo y sin contar el lavado de la vajilla — alrededor de 1,7 kilovatios-hora, lo que, al precio de 50 pfennig, representaba un gasto de 85 pfennig, únicamente en concepto de « combustible ». A tales precios y por mucho que fuera el entusiasmo en virtud de sus ventajas y comodidades, la cocina eléctrica se hacía prohibitiva. El cálculo, no demasiado complicado, demostraba que era menester conseguir un precio de 8 a 10 pfennig el kilovatio-hora, a fin de hacer factible la competencia del caldeo eléctrico con su principal rival comercial, es decir, con el gas. Pero las fábricas de electricidad creían que quedaba imposible de reducir los precios a una quinta parte.

No obstante, los precios que regían hasta entonces para el pequeño consumidor estaban calculados para el alumbrado, el cual presenta, como no se ignora, la carga más desfavorable que darse puede para la fábrica productora de energía eléctrica. Durante el invierno se produce por las mañanas y por las noches una breve y elevada punta de consumo, mientras que, en verano, este último es muy pequeño y temporalmente se reduce a cero. ¿No modificaría fundamentalmente todo el cálculo de costes de la fábrica de electricidad el hecho de que un sinnúmero de pequeños consumidores gastaran el quíntuplo o el séxtuplo de los 20 a 30 kilovatios-hora que consumían, sobre todo por razón de que esta carga, quizá mediante la utilización de depósitos de agua caliente, se distribuiría más uniformemente a lo largo del día? En tal caso, dicho consumidor, que, en realidad, no estaría comprendido ya entre los de reducido gasto de energía eléctrica, tendría derecho a que se le facturase de acuerdo con las tarifas de los abonados importantes. Los interesados adoptaron la decisión de actuar en este sentido.

También entre estos interesados volvía a figurar, después de la guerra, la casa Siemens. Hasta el año 1914, esta Empresa se había limitado a producir restringidamente, en su fábrica de material pequeño, planchas y placas eléctricas, sin emprender una actividad publicitaria especial en relación con ello. Los demás utensilios para el hogar se adquirían a Prometheus en los casos en que, por ejemplo, dentro del marco de pedido importante, el cliente deseaba que se los proporcionase la casa Siemens. Sin embargo, después de la guerra — como consecuencia de la escasez de carbón y de la improvisada instalación de algunas viviendas — se inició también en Alemania una creciente demanda de toda clase de utensilios de caldeo eléctrico para el hogar. A la Sección de « pequeños artículos manufacturados » le incumbía, entre otras cosas, la venta de la mayor parte del material producido por la fábrica de material pequeño. Su nuevo director, Julio Laufer — quien, si bien comenzó como ingeniero en la casa Siemens, no tardó en convertirse en un activísimo y polifacético hombre de negocios al estilo norteamericano — llevó adelante con energía el plan relativo a convertir la fabricación de utensilios de caldeo eléctrico para el hogar en una importante rama del negocio. Respecto a esto, tropezó en la « parentela » con una clase de competencia, de la cual nadie se había ocupado hasta entonces. La firma « Friedrich Siemens, Fabrik patentierter Heizeinrichtungen », de Dresde, la había fundado Federico, hermano de Werner. Federico, fallecido en el transcurso del año 1904, se ocupaba también recientemente en la cuestión relativa a la electrotermia y producía radiadores eléctricos para locales, baños con temperatura regulada para fines especiales e incubadoras. El negocio no era muy amplio, pero estorbaba las ambiciones de la Siemens-Schuckertwerke, aparte de que, en el fondo, se hallaba esto en contradicción con el carácter de una Empresa « amiga ». A instancias de Laufer se acordó en el año 1920 fusionar este negocio con el de la fábrica de material pequeño, fundando para ello la « Siemens Elektrowärme GmbH », con sede provisional en Berlín. Su dirección se confió al Dr.-Ing. Juan Wolf, quien, de momento, empezó por sentar los fundamentos — mediante extensos trabajos evolutivos y constructivos — para las ulteriores actividades fabriles.

No tardó mucho en echarse de ver que la fábrica de material pequeño no era el lugar más apropiado para la producción proyectada. De hecho, algunos de los utensilios destinados al hogar, tales como cocinas y depósitos de agua caliente, no constituían verdaderamente objetos que respondieran al carácter de la aludida fábrica de material pequeño, además de que la industria exponía cada vez en mayor proporción sus deseos relativos al caldeo eléctrico de hornos de mufla para fines de recocido y

templado, calderas de fusión, baños, calentadores de aire, instalaciones desecadoras y similares, todo lo cual rebasaba también el programa de producción de dicha fábrica. Entonces llevó Laufer a efecto una activa campaña publicitaria a través de las representaciones, para lo que dotó de especialistas a todas las Oficinas Técnicas. Dichos especialistas fueron instruídos en unos cursos especiales, celebrados en la Casa central, consiguiendo un éxito de tal categoría, que más de un tercio de las ventas de todas las fábricas alemanas recayó en esta Sección de la Casa. Pronto la fábrica de material pequeño se encontró abrumada con pedidos de utensilios eléctricos para el hogar, y así no le fué difícil a Laufer persuadir a sus colegas de la Junta Directiva que la nueva Sociedad de electrotermia necesitaba una fábrica propia. Como consecuencia de la confusa situación por que atravesaban los mercados de la producción durante aquel año de 1922, no se quiso pensar en la posibilidad de erigir una nueva construcción en la Siemensstadt, y con ocasión de quedarse libres en Sörnewitz, cerca de Dresde, unos grandes talleres adecuados, se optó por comprar este recinto fabril y trasladar también a él la Administración de la Sociedad Siemens de Electrotermia.

En Sörnewitz se comenzó la producción con la plancha eléctrica. Este modesto utensilio del ama de casa no parece ser un objeto que haya servido de especial incentivo al ingeniero de proyectos y de fabricación. Sin embargo, cuando a los tres años de iniciarse los trabajos en Sörnewitz pudo verse cómo se troquelaban de chapa de acero de 13 mm. de grueso las bases de las planchas, empleando una prensa que funcionaba con una presión de 250 toneladas, se mecanizaban por todos sus costados en una fresadora y se pulimentaban después; cómo de una chapa de acero de 1 ½ mm. de grosor y con una sola fase de trabajo se prensaban y a continuación se rectificaban, pulían, desengrasaban, cobrizaban y niquelaban las cubiertas; cómo surgían casi automáticamente las resistencias calefactoras, los soportes y las empuñaduras consiguientes, a más de las clavijas de contacto; cómo se agrupaban en unos carriles, que se desplazaban por vías, las piezas correspondientes a series de cinco planchas, a fin de avanzar por la cadena de montaje para ser armadas; cómo, a efectos de comprobación, se sometían automáticamente a la corriente eléctrica y se calentaban las planchas durante su desplazamiento, indicándose por medio de aparatos de medida y de señales luminosas las piezas con defectos; cómo la operaria encargada del control retiraba de la circulación toda plancha que no funcionara impecablemente, con objeto de que fuese examinada de manera más detenida; cómo pasaba después la serie en producción a las Secciones de aceitado y embalaje, concluyendo en el almacén o directamente en el Departamento de expe-

dición . . . Cuando se contemplaba esta gigantesca maquinaria de actuación casi misteriosa, con la cual apenas un centenar de personas producía, en principio, 1.400 planchas diarias y, más tarde, 3.000 unidades, entonces se comprendía qué labor de ingeniería hubo de llevarse a cabo hasta que, al final de la cadena de montaje, apareció la primera plancha. Y, comoquiera que continuamente se trabajó en el perfeccionamiento de esta maquinaria destinada a la producción, se consiguió, en el término de cinco años, reducir a la mitad el precio original de venta de la plancha, a la vez que en ese mismo lapso de tiempo se elevaron en un 10 por 100, como promedio, los salarios del personal participante en su fabricación.

Mientras tanto, se había entablado en campo abierto la batalla por la conquista de la cocina en Alemania, entre los partidarios del gas y los que defendían la electricidad. Las primeras embestidas de los técnicos electricistas en este reñido terreno, que se iniciaron poco después de la guerra, no las tomaron muy en serio los propugnadores del gas. Se confió en el cálculo relativo a las calorías, de que ya se ha hecho mención, y, asimismo, en el gran interés que, en la mayoría de los casos, tenían los Municipios en mantener la situación existente, por el hecho de ser propietarios de las fábricas de gas. Pues, aun cuando la fábrica de electricidad fuera propiedad de Municipio, la fábrica de gas siempre representaría la Empresa más antigua del mismo, que se vería amenazada en su existencia por la utilización de la electricidad en la cocina, mientras que la mencionada fábrica de electricidad había salido hasta entonces adelante — como quedaba demostrado — sin necesidad de este sector de consumo. Además, esta agitación en torno a la electrotermia se basaba en una reducción de las tarifas de la corriente eléctrica en tal proporción, que casi descartaba por completo cualquier superávit en el Erario municipal. Constituyó ello motivo suficiente para que el Concejo de la ciudad de Berlín prohibiese expresamente a la Dirección de la fábrica de electricidad de esta capital su participación en la propaganda desplegada con respecto al empleo de la corriente eléctrica para usos culinarios. Este ejemplo fué secundado por otras ciudades.

Sin embargo, los técnicos electricistas no cejaron en su empeño, poniéndose entonces de manifiesto los efectos de la propaganda hecha sobre su industria y el poder de su organización de ventas. Además, no todas las fábricas de electricidad eran propiedad municipal, sino que existían otras en las que podía ejercerse alguna influencia. ¿Que el cocinar con energía eléctrica era un lujo creado para los ricos? Nada de eso. Precisamente se había pensado que fueran las clases menos pudientes — incluyendo los obreros —, las que disfrutaran de las ventajas de esta modalidad más limpia, higiénica y economizadora de tiempo. Precisa-

mente el ama de casa, que atendía por sí misma la cocina, era la que no habría de seguir respirando irremisiblemente la atmósfera producida por la llama abierta del gas.

Se comenzó con algunas colonias construídas por industrias o por cooperativas. En las nuevas calles y casas no se instaló ya tendido alguno de tuberías de gas, ahorrándose con ello gastos y descartando de antemano toda polémica sobre el mismo, se dieron facilidades de pago para que los inquilinos adquiriesen las cocinas y los calentadores de agua eléctricos, y se creó una tarifa especial con destino a estos precursores de la « economía doméstica, totalmente eléctrica ». La Siemens-Schuckertwerke se asoció con una conocida fábrica de polvos de repostería, que disfrutaba de una vasta experiencia publicitaria, llevando a efecto una campaña de propaganda de varios años de duración, con motivo de la cual se hicieron exhibiciones prácticas en toda Alemania y se dieron conferencias acerca de la aplicación de la electricidad al arte culinario, distribuyendo a modo de muestras los sabrosos productos obtenidos por este procedimiento. Dicha agitación llegó incluso a las fábricas eléctricas de propiedad municipal, una vez demostrado que — como consecuencia del aumento experimentado en el consumo — las tarifas reducidas para usos culinarios no suponían la ruina de la fábrica, a la vez que la acumulación de peticiones de los consumidores suponían ya una señalada coacción. A la vista de esto, en el año 1929 decidió la « Vereinigung der Elektrizitätswerke » no seguir haciendo oídos de mercader a la propaganda en favor de la cocina eléctrica, si bien subrayó que — en aquellos casos en que estuviera ya instalado el gas — no deseaba reemplazarlo a viva fuerza. Sin embargo, cuando la « Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk », tan revolucionaria como siempre, puso a disposición de la idea innovadora su gigantesca red mediante una repentina decisión, por la que se concedía una tarifa preferente para la cocina eléctrica, quedó roto de hecho el hielo, no existiendo entonces ya en Alemania forma alguna de contener este alud. Mientras que en el año 1925, al iniciarse esta tendencia, apenas si se utilizaban en Alemania 1.000 cocinas eléctricas, en 1929 eran 30.000, en 1930 unas 45.000, y en 1931, no obstante el revés experimentado en la economía, se llegó ya a la cifra de 70.000. De estas cantidades correspondían alrededor de la mitad a los obreros, una quinta parte a funcionarios y empleados, otra quinta parte a la agricultura y a la pequeña industria, y sólo una décima parte a las personas económicamente pudientes. De manera mucho más vertiginosa fué la evolución experimentada en las llamadas grandes cocinas de restaurantes, hoteles, buques y comedores de fábricas, en los cuales no había ya forma alguna de contener a la electrotecnia. Mediante la fabricación

y el perfeccionamiento ininterrumpido de placas eléctricas, depósitos de agua caliente y fogones — desde el hornillo de cualquier tamaño para el hogar hasta los hornillos circulares de las grandes cocinas —, hervidores, grandes ollas, sartenes y hornos, se procuraba en Sörnewitz figurar en vanguardia de la producción, teniendo la satisfacción de que esta fábrica se convirtiese en una de las más importantes y de mayor rendimiento del continente.

Este éxito no había de agradecerse menos a Juan Benkert, quien ocupaba desde el año 1925 el cargo de ingeniero de producción. Como es evidente, existen entre los ingenieros algunas personas, cuya fuerza creadora deja vislumbrar un temperamento artístico y las cuales, por cualquier azar de la vida, se han visto impulsadas en la elección de su carrera hacia las actividades técnicas, aunque seguramente en otras circunstancias se hubieran consagrado al arte. A éstas pertenecía indudablemente Benkert. Incluso en la estructuración y organización de la fábrica percibía una labor de configuración, a la vez que su chispeante temperamento en la captación espiritual de los colaboradores y la dirección hacia una obra común le permitían divisar una meta que le entusiasmaba. Merced a su trabajo alcanzó en Sörnewitz una talla tal, que seis años más tarde requirió un ámbito considerablemente mayor para poder desenvolverse.

Poco tiempo antes de perfeccionarse los utensilios eléctricos de cocina, otra forma de aplicación de la electrotermia había conducido a una revolución en la elaboración de los metales.

Cuando era menester unir entre sí los bordes de dos chapas, este «cosido» se solía realizar por medio de remaches. Los remaches constituían una modalidad de unión de las más usuales del ingeniero. Iban remachadas las calderas de vapor, los cascos de buques, las construcciones metálicas de toda índole y los puentes. En los países industrialmente importantes se colocaban día tras día infinitos remaches. De esta forma, también el casco de un gran buque llevaba millares de cabezas de remaches, que, en conjunto, suponían un peso respetable.

Ya hacia mediados del siglo XIX se sabía que el soplete de gas oxhídrico o fulminante — por cuyo nombre se le conocía entonces, es decir, la combustión del hidrógeno en una atmósfera de oxígeno, en la cual los referidos gases no se combinasen hasta hacerlo en la boquilla destinada a la combustión — originaba una llama extraordinariamente caliente. También el acetileno, en lugar del hidrógeno, proporciona un efecto análogo. Una vez que, por el procedimiento Linde o los procesos electrolíticos anteriormente aludidos, se hubo generalizado la producción industrial de dichos gases y su conservación y expedición en botellas

metálicas, se comenzó a utilizar la llama de gas oxhídrico como «soplete cortante». La llama perfectamente delimitada lograba fundir en poco tiempo el hierro por la zona a que se la aplicaba, de suerte que con ella era factible cortar una viga como si se emplease una sierra. No se tardó mucho en intentar también la soldadura por este procedimiento. Se comenzó por reparar las piezas de fundición rotas, cuyas grietas se taparon con la aportación de material adicional, fundido también en la llama. Pronto se unieron, asimismo, por este sistema las piezas de hierro forjado, a fin de reemplazar los empalmes de remaches. La soldadura «autógena» fué extendiéndose paulatinamente a toda clase de elementos de construcción, con lo cual se logró fabricar, soldadas, las piezas, que antes tenían que fundirse como consecuencia de su complicada configuración.

En el año 1885, Bernardos y Olszewski se hicieron en San Petersburgo con unas patentes para los principales países industriales, incluyendo Alemania, relativas a un procedimiento, según el cual se utilizaba, con destino a la soldadura, el arco voltaico en lugar de la llama autógena. Entre un electrodo de carbón y la pieza metálica, ambos conectados a los polos de una alimentación de corriente continua, se forma un arco y se mantiene en este último un alambre del mismo metal. El material fundido gotea sobre la pieza calentada a la temperatura de soldadura y se combina con ella. Algunos años después, Slavianoff reemplazó simplemente el electrodo de carbón por el alambre metálico, creando así el procedimiento que más tarde se generalizó casi por completo con el nombre de «soldadura de arco voltaico».

En un principio, aun hubo de transcurrir para ello algún tiempo, pues la soldadura autógena era dueña del terreno. Sólo a comienzos del siglo XX se empezó en los tranvías norteamericanos a reparar los tendidos de vías con el arco voltaico, en especial a soldar entre sí las juntas de los carriles. Para este ensayo, los tranvías no podían ser más a propósito, toda vez que el carril se halla unido directamente a uno de los polos de una potente fuente de alimentación, no necesitándose más que conectar a la línea aérea — a través de una resistencia lo suficientemente elevada para reducir la tensión sobrante y amortiguar el cortocircuito — el electrodo destinado a la soldadura. De los tranvías pasó también posteriormente este procedimiento, en competencia con la soldadura autógena, a otros campos de aplicación. Como, por regla general, se dispusiera en ellos de corriente trifásica, fué menester crear unos convertidores de trifásica-continua, de reducidas dimensiones y casi siempre de modelo móvil, pues se creía que, respecto a la soldadura, se estaba ligado al arco voltaico de corriente continua en razón de su mayor estabilidad. El

generador de corriente continua o dínamo del convertidor podía estar proyectado de manera que fuese capaz de soportar los cortocircuitos originados al establecerse el arco voltaico. Este procedimiento de soldadura por arco voltaico se extendió, poco a poco, de las reparaciones a las nuevas construcciones. Finalmente, resultó posible efectuar una costura de soldadura con arco voltaico — para empalmar dos chapas o sujetar hierros perfilados a una placa de unión — en tan satisfactorias condiciones como con la soldadura autógena.

Con frecuencia, al establecer el arco voltaico se juntaba el electrodo móvil con el fijo, lo cual evidenció que habría de existir aún otra modalidad más de soldadura eléctrica. Dos varillas metálicas, conectadas a ambos polos de una fuente de alimentación de suficiente potencia y aproximados respectivamente hasta tocarse, originan, al separarlas algo, un corto arco voltaico. Si se repite algunas veces esta operación a intervalos cortos, las superficies de contacto se calientan hasta la temperatura de soldadura. Al oprimirlas entonces con fuerza, una contra otra, dejando que durante el prensado circule todavía la corriente un breve espacio de tiempo, quedarán los extremos firmemente soldados entre sí. Recibe esto el nombre de « soldadura por resistencia », debido a que el principal origen del calor lo constituye la resistencia del punto de contacto.

No obstante, si se querían unir entre sí dos superficies grandes, como, por ejemplo, dos chapas, resultaba imposible aplicar en la forma descrita la soldadura por resistencia. Se colocaban entonces, solapadas una sobre otra, las referidas chapas, al igual que si fueran a unirse con remaches, y se hacía llegar la corriente por medio de dos electrodos de cobre, los cuales se apretaban uno contra otro, a ambos lados de la costura, sobre la zona de chapa doble que se formaba con ella. Al darse la corriente, se producía en la capa de contacto de ambas chapas, y en los puntos de apriete de los electrodos, un fuerte calentamiento local, debido al paso de la corriente, siendo ésta la causa de que se soldasen mutuamente las dos superficies aludidas. Dicho procedimiento fué denominado soldadura por puntos. Al aplicarla en todos aquellos casos en los que, de lo contrario, se hubieran colocado remaches, se conseguía el mismo efecto que con una costura de éstos. Como es lógico, tal procedimiento se hallaba limitado a las chapas que no fuesen muy gruesas. Por el contrario, si eran muy finas y de material buen conductor, como, por ejemplo, el aluminio, existía también la posibilidad de utilizar electrodos de rodillos, en lugar de los de modelo fijo y forma de varilla, y realizar la costura en la chapa de manera ininterrumpida entre dichos rodillos. Se obtenía entonces una costura continua de soldadura como la que proporciona la máquina de coser.

Tanto para la soldadura a tope como para las soldaduras por puntos y de costura se necesitaban corrientes muy elevadas y de pequeña tensión. Se obtenían mediante un transformador que, por el lado de la tensión mayor, iba empalmado a la red eléctrica, en donde también se le conectaba y desconectaba, mientras que el lado correspondiente a la baja tensión comprendía sólo unas pocas espiras de un conductor muy grueso, el cual, cuando se utilizaban grandes potencias, iba refrigerado por agua. Se le conectaba directamente a las mordazas de sujeción, las cuales, tratándose de la máquina de soldadura a tope, asían las varillas que habían de soldarse o bien los electrodos de la máquina de soldadura por puntos. La operación de conectar y desconectar la corriente se hacía depender, en forma mecánica, del movimiento de los electrodos. Al accionarse un pedal, se oprimían primeramente los electrodos contra la chapa, se conectaba a continuación la corriente y, cuando se soltaba el pedal, se desconectaba ésta y se aflojaban los electrodos. Con ello se había hecho un punto de soldadura. En el tiempo que se necesitaba en hacer una docena de taladros, calentar los remaches, insertarlos y remacharlos, podía terminarse un centenar o más de puntos de soldadura.

Tal era el estado en que se encontraba la técnica de la soldadura eléctrica poco antes de romperse las hostilidades. Se perfeccionó todavía más la soldadura por arco voltaico y se construyeron en cantidad limitada las primeras máquinas de soldadura a tope, por puntos y de rodillos, en lo cual los norteamericanos llevaban la pauta. En Alemania se ocuparon en la nueva aplicación de la electrotermia algunos establecimientos fabriles, contándose principalmente la AEG entre las más importantes, a lo que fué impulsada por la gran actividad que desplegó su homónima norteamericana. En la Casa Siemens se tomó nota de ello, pero sin que nadie se ocupara a fondo del particular. Aun no existía la « Siemens-Elektrowärmegesellschaft » (Sociedad Siemens de Electrotermia).

Mientras tanto, había estallado la guerra, la cual, por motivo de sus peculiares exigencias, dió un fuerte impulso a todas las creaciones técnicas. En el curso de su desarrollo se produjo en el año 1917 una situación muy crítica en el campo enemigo, a poco de adherirse los Estados Unidos al frente aliado y como consecuencia de la actuación de los submarinos alemanes. Los hundimientos de buques en masa sólo podían compensarse mediante la correspondiente actividad en la construcción naval, que — dado el trabajo que pesaba sobre todos los astilleros británicos y norteamericanos — presuponía la construcción en serie de tipos normalizados de buques, y ello a un ritmo por entonces inconcebible. En los nuevos buques tendría que utilizarse la soldadura en lugar de los remaches, a juicio de los entendidos en la materia. De esta forma, no sólo

resultarían menos pesados, es decir, capaces de alcanzar un mayor rendimiento, sino que también se acortaría así muy considerablemente el tiempo empleado en su construcción.

Al principio, se comenzó en Inglaterra a construir algunos buques, en los que se utilizó exclusivamente la soldadura eléctrica, a cuyo fin se hicieron las cuadernas por el procedimiento de soldaduras a tope y por puntos, sujetando luego las planchas a la armazón mediante la soldadura de arco voltaico. Al terminarse todas estas nuevas construcciones navales en un plazo sorprendentemente corto y demostrar que poseían perfectas cualidades marineras, se lanzaron los norteamericanos a aplicar también la soldadura a la construcción de buques con el entusiasmo que los caracteriza para todo lo que se refiere a las tareas técnicas.

En todas las partes del país se fabricaban máquinas eléctricas para soldar. La General Electric Co. y otras Empresas montaron talleres especiales de aprendizaje para soldadores, que se instruían en masa y pasaban después a los astilleros, pues por aquellos años decisivos trabajaba en ellos un número de personas siete veces mayor que antes. De hecho, con el nuevo procedimiento de construcción naval se conseguía un ahorro del 10 por 100 en los gastos y del 25 al 40 por 100 en el tiempo. La flota auxiliar se construyó así de conformidad con el programa preestablecido, sosteniendo posteriormente con orgullo los partidarios de esta modalidad constructiva, que la soldadura eléctrica había ganado la guerra.

Al fundarse la «Siemens-Elektrowärme Gesellschaft» se planteó la cuestión de si el programa de proyectos y de fabricación de la nueva Empresa debería abarcar la producción de instalaciones para caldeo industrial, especialmente la de hornos eléctricos de esta índole, así como la maquinaria y los aparatos para soldadura eléctrica. En un principio, y al menos en lo que se refiere a las instalaciones industriales de calefacción, esta cuestión mereció una respuesta afirmativa. Sin embargo, no tardó en ponerse de manifiesto que los utensilios eléctricos para el hogar, de una parte, y las instalaciones de calefacción para la industria, así como las máquinas de soldadura con arco voltaico y por resistencia, de otra, forman un todo excesivamente heterogéneo que plantea exigencias, demasiado dispares, al taller y a la organización de ventas, para que resultase razonable combinarlos en una sola factoría. Como consecuencia de ello, en 1925 se tomó la decisión de que Sörnewitz se limitara exclusivamente al negocio de los utensilios calefactores y culinarios para el hogar, conservando las ventas — al igual que antes — la «Sección de pequeños artículos manufacturados». Del sector de la electrotermia para aplicaciones industriales se hizo cargo, por el contrario, la «Sección de

Industria», dedicando para ella especialmente su producción la fábrica de transformadores, de Nuremberg. En esta última habían de proyectarse y construirse las máquinas de soldadura por resistencia y demás instalaciones de caldeo, en particular, los hornos eléctricos.

En la casa Siemens se había llegado al convencimiento de que en esta rama del negocio se sesteó durante una década, como mínimo, habiendo concedido una enorme ventaja no solamente a los norteamericanos — lo cual aun sería disculpable —, sino también a los ingleses y a la competencia dentro del propio país, ventaja que no resultaba tan fácil de atajar. Con redoblada energía se puso manos a la obra, contribuyendo a esta importante tarea la fábrica de transformadores — bajo la dirección de Carlos Kurda, todavía proveniente de la escuela de Schuckert — con un plantel de inteligentes colaboradores. Cuando ocho años más tarde — y con motivo de la Exposición de Electrotermia de la industria alemana, celebrada en Essen — se mostró ampliamente el estado de evolución al que se había llegado hasta entonces, la Siemens-Schuckertwerke pudo afrontar honrosamente la crítica del mundo de los técnicos.

Esta Empresa había creado, en el ínterin, hornos de secado de todas clases, entre los cuales se contaban unos en forma de largos túneles, por los que avanzaban lentamente las carrocerías de automóviles, con la pintura aplicada y montadas sobre una lenta cinta transportadora, atravesando zonas de distintas temperaturas, a fin de que el esmalte se secara de manera uniforme y no se produjesen grietas. Se habló con tal ocasión de haberse suministrado a una conocida fábrica de automóviles uno de estos hornos, el cual tenía 91 m. de longitud y alcanzaba un consumo de 1.000 Kw. Durante una serie de años fué el mayor horno eléctrico de Alemania. Se utilizaban otros hornos para refinar el acero mediante procesos de recocido, a cuyo objeto, por ejemplo, se hacían pasar las piezas a través de unos hornos anulares o en forma de túnel. En este caso representaba un importante papel, sobre todo, el exacto mantenimiento de la temperatura por medio de reguladores de funcionamiento muy preciso. Planteó requisitos de índole peculiar el llamado «recocido brillante», en el que es necesario evitar la formación de escamas de óxido en la superficie de la pieza. No pocas veces se construyeron, a este fin, conjuntos bastante voluminosos, los cuales permitían llevar a cabo el recocido en una atmósfera gaseosa protectora, suponiendo esto un problema imposible de solucionar, si no era por vía eléctrica. En los hornos continuos se calentaba una serie de lingotes colocados uno detrás de otro, impulsando el introducido últimamente por la boca del horno al que más tiempo llevaba en el mismo, el cual salía por el otro extremo. En los hornos de solera, de modelo de vigas, se desplazaban con lentitud,

mediante un ingenioso mecanismo de apoyos ascendentes y descendentes alternativamente y a través de la cámara de caldeo, las piezas colocadas en los referidos elementos de apoyo. Un tubo de acero al cromoníquel, calentado por sí mismo a una elevada temperatura como consecuencia del paso de la corriente, formaba la cámara del horno, a través de la cual se movía un fleje de acero sin fin, para — tras esta « bonificación » — ser convertido ulteriormente en hojas de afeitar. Los hornos de baños de sales, con estas últimas fundidas, servían para templar herramientas. En la fabricación de porcelanas se empleaban los hornos de calcinación, calentados por medio de varillas de silita. Si a ello se suman las máquinas de soldar de todas clases, con las cuales podían efectuarse soldaduras a tope, por puntos y de rodillos y, que en parte, funcionaban automáticamente, se tendrá una idea de la extensión alcanzada por el caldeo eléctrico en los procesos industriales.

Entre los productos que presentó Siemens en Essen llamó particularmente la atención un nuevo modelo de horno de acero. Se trataba del horno de inducción o de alta frecuencia. Su funcionamiento se basa en que la transmisión de la energía de una corriente alterna de un conductor a otro, separado espacialmente del primero, se realiza a través del campo magnético común que los « acopla ». Con objeto de que este acoplamiento se haga todo lo más fuerte posible, se les da a los dos conductores, en los transformadores corrientes, la forma de bobinas que se montan en un núcleo de hierro en chapas, cerrado a semejanza de culata, a fin de que el campo magnético se conduzca por una trayectoria cerrada. Si se suprime el hierro, sigue existiendo el efecto, aunque mucho más débil, toda vez que aquél multiplica la inducción magnética. Además, una considerable parte de las líneas de fuerza se desvía — por causa de la dispersión de la trayectoria deseada — y no entra en consideración con respecto a la transmisión de la energía (acoplamiento flojo).

Ahora bien; el efecto de una tal transmisión de la energía entre dos configuraciones conductoras sin núcleo acoplador de hierro depende también de la frecuencia, aumentando muy rápidamente al elevarse esta última. En sí, podían construirse transformadores carentes de núcleo de hierro, empleando — en lugar de la frecuencia usual de 50 períodos por segundo — un valor diez o cien veces mayor. Como es natural, estas corrientes de alta frecuencia resultarían inaplicables, por otros motivos, para la ulterior distribución.

En Princetown, Nueva Jersey, se le ocurrió en el año 1917 al Dr. E. F. Northrup que podrían utilizarse satisfactoriamente las corrientes de estas elevadas frecuencias para producir un calentamiento local. Por ejemplo, si como bobina primaria se empleaba un conductor arrollado

en forma helicoidal y se colocaba en el espacio hueco cilíndrico que ofrecía un crisol de material refractario y cargado con piezas metálicas, tenían que producirse en el contenido metálico del referido crisol — cuando la bobina primaria fuera recorrida por una corriente alterna de elevada frecuencia — corrientes de igual frecuencia, las cuales, como consecuencia de la reducida resistencia de su trayectoria, habrían de incrementarse hasta alcanzar una intensidad considerable. En el curso de ensayos con pequeños crisoles a escala de laboratorio no fué difícil fundir acero por este procedimiento.

En un principio, para generar las corrientes de alta frecuencia utilizó Northrup un circuito oscilante, compuesto de bobinas y condensadores. Este circuito se conectaba y desconectaba de una fuente de alimentación, a un elevado ritmo, mediante un salto de chispa, exactamente igual a como se realizaba en los primeros tiempos de la telegrafía sin hilos. Con destino a las grandes potencias fué necesario construir máquinas especiales de corriente alterna, merced a las cuales se generaron directamente frecuencias de 3.000, 2.000 ó 500 períodos por segundo. También entonces comprendía el circuito una capacidad, cuyo valor estaba ajustado de tal manera a la autoinducción de la bobina del horno, que la cifra correspondiente a la oscilación propia del mencionado circuito coincidía con la frecuencia de la máquina de corriente alterna. En este caso, denominado de resonancia, podía transmitirse sin grandes pérdidas la potencia eléctrica, generada por la referida máquina y a través del circuito oscilante, a la bobina del horno y, con ello, al material que había de fundirse. Hacia el año 1925 comenzó Northrup a introducir prácticamente en las acererías norteamericanas hornos de algunos centenares de kilos de capacidad.

La Sección de Electroquímica de Siemens & Halske — en la cual el horno de inducción de Röchling-Rodenhauser se había ido transformando paulatinamente, como consecuencia de su complicado sistema de funcionamiento, en el horno de arco voltaico de Héroult — acogió con gran interés la idea expuesta por Northrup, después de haberse hecho con las licencias correspondientes a sus patentes. Como sucedía invariablemente en tales casos, surgieron, en seguida, toda clase de problemas al incrementarse las dimensiones del horno. No obstante, se llegó, paso a paso, con gran tenacidad, a las grandes potencias, de suerte que el horno expuesto en Essen poseía un crisol capaz para cinco toneladas de acero, mientras que los modelos ulteriores representaban en ciertas ocasiones los mayores hornos de esta clase. Cuando se trataba de mantener exactamente la composición de los aceros aleados, el horno de crisol de inducción no tenía rival. Con el horno de arco voltaico siempre existía

el peligro de que cayesen al baño los trozos desprendidos de los electrodos.

El principio desarrollado con el horno de crisol de inducción, consistente en generar por medio de un campo magnético de alta frecuencia corrientes parasitarias en el material objeto de fusión, halló otra aplicación no menos interesante. En ciertos casos no se deseaba fundir el material, sino solamente calentarlo. Por regla general, se trataba entonces de piezas ya conformadas con carácter definitivo y que sólo habían de someterse a un tratamiento térmico. Podían en este caso generarse corrientes parasitarias — bien fuera mediante una bobina cilíndrica que se pasaba por encima de la pieza tratada, si ésta era, por ejemplo, un árbol, o bien, si el cuerpo objeto de tratamiento poseía grandes superficies planas, por medio de arrollamientos en forma de disco y embutidos en unas placas, que se apoyaban sobre el referido cuerpo —, las cuales producían un intenso calentamiento en el mismo. Según el tiempo que se prolongase el proceso, podía repartirse uniformemente por todo el cuerpo el calor generado o bien limitarlo a una determinada profundidad de penetración. Esta última modalidad era lo pretendido para el llamado endurecimiento superficial, con el cual el interior del árbol o de la muñequilla se conserva blando y tenaz, mientras que la superficie ha de templarse y hacerse resistente al desgaste. Cuanto más elevada era la frecuencia del campo generado, tanto menor era la profundidad de penetración de la corriente como consecuencia del « efecto de recubrimiento ». La Siemens-Schuckertwerke, que perfeccionó en particular esta aplicación de la electrotermia, había conseguido, mediante el empleo de frecuencias hasta de 200.000—300.000 ciclos, producidas en generadores especiales de válvulas, que en el término de fracciones de segundo se calentase, a los fines de endurecimiento, una capa de un milímetro y menos de grosor. Fácilmente se echa de ver qué ahorro de tiempo se logró con ello en la producción en serie, comparado con los procedimientos utilizados hasta entonces.

A pesar de la competencia del horno de crisol de inducción, el modelo de arco voltaico había conquistado desde la guerra una posición predominante en la producción de acero eléctrico, aumentando de año en año la cantidad y el tamaño de dichos hornos. No suponían ya nada extraordinario hornos de 25 toneladas y más de capacidad, con lo que también creció proporcionalmente el consumo de electrodos de carbón. A ello se añadieron las tentativas, realizadas por primera vez en Suecia, con el fin de fundir el hierro directamente del mineral y merced al empleo del horno de arco voltaico. La industria del carburo continuó ampliando sus instalaciones — preferiblemente las destinadas al procedimiento de la

cianamida de calcio —, la electrolisis de cloruro alcalino necesitaba grandes placas de material de carbón extraordinariamente resistente y la producción del aluminio era la que consumía más electrodos de carbón. No tenía, pues, nada de extraño que la fabricación de electrodos de carbón adquiriera cada vez mayor importancia económica.

En Nuremberg habían surgido, de antiguas fábricas de lapiceros, dos factorías de esta clase, toda vez que el prensado y la cocción de los carbones para las lámparas de arco, con los cuales se comenzó en este caso, al igual que sucedió con la empresa Gebr. Siemens Co., tenía su ejemplo en la producción de minas para lápices. También los hermanos Federico y Mauricio v. Hardtmuth, que hacia el año 1885 fundaron en Viena la « Aktiengesellschaft für Fabrikation von Kohlenstiften vorm. F. Hardtmuth & Co », procedían de la fabricación de lapiceros. Deseaban dar a la marca de carbones producidos por ella el nombre de « Kohinoor », que habían hecho famoso con sus lapiceros. En esta fundación se hallaban interesadas también la AEG y la casa de Banca Jacobo Landau. Con el fin de reemplazar el costoso hollín y el grafito de retorta por la antracita, más económica, se había desarrollado un procedimiento para liberar a la citada antracita de su ceniza mediante ácido fluorhídrico y, al objeto de poner en práctica el proceso, se montó una fábrica en Ratibor, donde el carbón se encontraba en las proximidades de esta ciudad. Sin embargo, el mencionado procedimiento no dió resultado alguno. Hacia 1895 se había perdido todo el capital social, y los hermanos Hardtmuth se vieron obligados a separarse de la Firma, de la cual se hicieron entonces cargo los grandes accionistas y se cambió su denominación por la de « Planiawerke Aktiengesellschaft für Kohlefabrikation ». En el transcurso de los años se consiguió, finalmente, sanear la Empresa, si bien parece ser que pocas fueron las satisfacciones que halló la AEG en tal sentido. De todas formas permitió que, en el año 1912, las fábricas Rütgers — las cuales poseían grandes interesses en los procesos de mejoramiento del carbón — adquirieran la mayoría de las acciones y que en 1916 se llevase a cabo una fusión total con la « Planiawerk ».

Como se sabía ya hacía largo tiempo, el mejor electrodo de carbón era el de grafito, aunque resultara muy difícil de producir para que alcanzara una satisfactoria calidad. Era menester mezclar el grafito natural con un aglomerante, prensar la masa obtenida y cocer el material en bruto. Por efecto del proceso de cocción se transformaba el aglomerante en carbón. En consecuencia, el producto final era una mezcla de carbón y de grafito. Para algunos fines no suponía esto ventaja alguna. Por ejemplo, en el horno de acero se quemaba el carbón, y el grafito caía sin quemar en el baño, lo cual modificaba la composición del acero. Por

otra parte, los baños Siemens-Billiter y otros procesos de la electrolisis de cloruro alcalino requerían para sus electrodos un grafito todo lo más puro posible, pues el cloro ataca al carbón.

La solución del problema no podía ser otra que seguir fabricando los electrodos de carbón, como se hacía hasta entonces, y transformarlos después en grafito mediante una temperatura muy elevada, al igual que ya lo había hecho Moissan en el año 1896. No obstante, todas las propuestas para llevar a efecto el proceso demostraron ser prácticamente irrealizables.

Acheson, el descubridor del carborundo, se hizo — basándose en Moissan — con una patente relativa a la fabricación de electrodos de grafito, para lo que aplicó un procedimiento similar a aquel con el cual había producido el carborundo: envolvió la varilla de carbón que había de grafitarse en unas masas térmicamente aislantes y la calentó hasta alrededor de los 2.400° por medio de una corriente que hizo circular a través de la misma. Se guardó secreto sobre una serie de detalles, especialmente también acerca de los relativos a los aditamentos aceleradores del proceso de transformación. Con las fuerzas hidráulicas del Niágara produjo la Sociedad Acheson — apoyándose en la amplia patente y en los secretos de fabricación, celosamente guardados — los electrodos de grafito para todo el mundo, inclusive con destino a Alemania.

Durante la guerra, y como consecuencia de haberse suprimido las importaciones norteamericanas, se produjo paulatinamente una crítica situación en la electrolisis alemana de cloruro alcalino, pues en este aspecto se estaba supeditado a los electrodos de grafito. A la vista de ello procuró la empresa Gebr. Siemens & Co. reproducir el procedimiento de fabricación, con mayor motivo por haber expirado precisamente entonces la patente Acheson. De hecho, ya en el año 1916 se consiguió suministrar mensualmente hasta 70 toneladas de electrodos de grafito a la industria química y, como se comprobara después de la guerra que los norteamericanos utilizaban hacía tiempo estos electrodos para sus hornos de acero eléctrico, se acordó en Siemens explotar en una fábrica independiente de grafitado las experiencias reunidas entretanto. En razón de que, como consecuencia del elevado consumo de energía eléctrica, se temían los precios que regían en Berlín sobre la corriente, se buscó una central hidráulica adecuada, encontrándola en Meitingen del Lech, en las proximidades de Augsburgo. En este lugar se montó en el año 1921 una fábrica de grafitado, cuya capacidad de producción se duplicó al cabo de los tres años, comprendiendo así 22 hornos con 5.000 Kw. de consumo de energía eléctrica. El material en bruto le era suministrado desde Lichtenberg.

Esta fábrica era la mayor de su género en Europa y, con ella, la empresa Gebr. Siemens & Co. había conseguido una predominante posición entre las fábricas de electrodos. Las fábricas Rütger se consideraron algo postergadas a este respecto y, además, tenían otras clases de intereses que creían más importantes que la fabricación de electrodos Por esta razón abandonaron su plan original de montar en Ratibor una instalación de grafitado y entablaron negociaciones con Gebr. Siemens & Co., llegándose al resultado de que, como producto de la fusión de ambos intereses, se creara en el año 1927 la « Siemens-Planiawerke A.G. ». A esta nueva Empresa contribuyó la Gebr. Siemens & Co. con todas las fábricas que poseía, es decir, las de Charlottenburgo, Lichtenberg y Meitingen, y las fábricas Rütger, con la Planiawerk. Siemens conservó la parte mayoritaria de las acciones, de forma que, al igual que su predecesora, puede considerarse también la nueva Empresa un eslabón más de la magna Casa.

Un aspecto análogo al que acaba de describirse — el de incluir un miembro originalmente independiente en un organismo más rico en fuerzas de asimilación — se puso también de manifiesto en otro sector de actividades de la Casa: el de las aplicaciones de la electromedicina. En lo que a esto se refiere, se había interrumpido la narración en el estado que imperaba algunos años antes de la guerra, y, para volver a hacerse con el hilo de los hechos, son necesarias algunas aclaraciones de física.

Las válvulas de vacío, que se utilizaban entonces para producir los rayos, contenían todavía algunos residuos gaseosos. Por una parte, la obtención de intensos vacíos planteaba considerables dificultades — que sólo después, al perfeccionarse el procedimiento de bombeado, fué posible superar —, mientras que, por otra, también se necesitaban dichos residuos de gas. Ello se debe a que entre las moléculas de gas remanentes siempre existía una cierta cantidad ionizada, es decir, que era portadora de una carga eléctrica y, por tanto, se aceleraba por efecto del campo eléctrico, para chocar contra el cátodo y desprender en él, de la superficie metálica, los electrones. Como de esta forma disminuían continuamente los iones, o lo que es lo mismo, los residuos gaseosos, en el transcurso del tiempo habría quedado inservible la válvula por carencia de los referidos iones, a menos que, mediante un dispositivo adecuado de regeneración, se agregasen regularmente indicios de gas. Sin embargo, esto no constituía un estado físico claramente definido y, por tal motivo, las válvulas tampoco trabajaban con regularidad.

En Siemens & Halske se había abandonado ya antes de la guerra el inductor de chispa empleado para el funcionamiento de las válvulas. Dado que paulatinamente se había implantado por doquier la corriente

alterna en las redes de distribución del suministro público de energía eléctrica. Esta empresa introdujo el transformador para generar la alta tensión destinada a los tubos Röntgen o de rayos X. El citado transformador se diferencia del inductor de chispa en que el flujo magnético de fuerza, generado, encuentra para su formación una trayectoria cerrada de hierro. Sin embargo, el transformador proporciona por el lado del secundario — de conformidad con la forma de la curva — la misma corriente alterna que se hace llegar al lado primario, es decir, dos semiondas iguales y sucesivas, pero de dirección opuesta, de las cuales sólo puede utilizarse una de ellas. La otra es menester suprimirla o bien convertirla en la misma dirección que la primera, es decir, « darle la vuelta ». La segunda solución ha constituído un antiquísimo problema de la electrotecnia y, como se recordará, surgió cuando con las primeras máquinas magnetoeléctricas se obtuvo una corriente alterna, cuyo sentido de la segunda semionda se cambió, recurriendo al procedimiento de conectar ambos extremos de los arrollamientos a un anillo colector dividido: el conmutador.

De acuerdo con lo anterior, Siemens & Halske proyectó uno de estos conmutadores para alta tensión, compuesto de un sistema de brazos que giraba alrededor de un eje. Dicho sistema de brazos reccorría unos contactos fijos y originaba así la rectificación de la segunda semionda. Como esto había de realizarse exactamente al mismo ritmo de la corriente alterna, la parte giratoria se accionó mediante un motor sincrónico, alimentado con la misma corriente. Por razón del ruido y de la formación de ozono que se debía a las chispas de ruptura, este rectificador hubo de instalarse aparte de los restantes componentes.

Cuando en el año 1904 descubrió Wehnelt, como ya se ha expuesto, que de un cátodo incandescente se desprendían electrones en gran cantidad — descubrimiento del cual posteriormente se valieron v. Lieben y de Forest para crear sus válvulas amplificadoras —, no tardaron en surgir intentos para utilizar también este fenómeno en el tubo de rayos X. Además de los investigadores alemanes, como Lilienfeld y Rosenthal, así como una patente debida a Fürstenau, crearon en 1913 W. D. Coolidge y su colaborador Irving Langmuir en el laboratorio de la General Electric Co., de Schenectady, un modelo que desde los Estados Unidos se extendió por todo el mundo con el nombre de tubo Coolidge. Este investigador empleó con destino al tubo que lleva su nombre el máximo vacío capaz de lograrse y calentó el cátodo por medio de una espiral calefactora, acoplada al mismo, de manera que sólo operó con los electrones generados térmicamente, cuya cantidad — o, si se quiere expresar de otro modo, la intensidad de la corriente del tubo — podía regular a

discreción, variando la corriente calefactora, mientras que la tensión aplicada al referido tubo, y con ella la capacidad de penetración de los rayos X generados — su « dureza » —, podía alterarla con total independencia de la aludida intensidad de la corriente del tubo y, por consiguiente, de la « dosis » de rayos. Esta recíproca independencia de la dureza y la dosis constituía un decisivo avance desde el punto de vista del médico.

Como anticátodo, del cual se desprenden los rayos X al producirse el choque de los electrones y que en todos los ulteriores modelos se ha identificado con el ánodo, se necesitaba un elemento de elevado peso específico o número de orden para expresarlo con mayor propiedad, pues con éste crecerá — presuponiendo, por lo demás, las mismas condiciones — el rendimiento en rayos X. Aparte de esto, el material del ánodo deberá poseer un elevado punto de fusión, pues el bombardeo electrónico puede calentarlo en poco tiempo al rojo blanco. Por todos estos motivos, ya en 1904 y a propuesta de Rasehorn había solicitado Siemens & Halske una patente relativa a anticátodos de tantalio, y, todavía en el transcurso de ese mismo año, otra por la que se proponían los metales niobio y tungsteno para el mismo fin. En dicha patente se había incluído el tungsteno a instancias de Fischer, Director de la Sección de Patentes, pero en contra de los deseos de Rasehorn y de Bolton. Singularmente este último repudiaba que se citase en ella el tungsteno, toda vez que, hasta entonces, nadie había logrado obtener un trozo de este metal, del tamaño adecuado. Pero Fischer llevó adelante su empeño, se concedió la patente sobre un modelo que todavía era imposible de realizar, no fabricándose hasta 1910 los primeros tubos de rayos X con anticátodos de tungsteno. Sin embargo, prescindiendo de su elevado punto de fusión, el tungsteno presenta la propiedad de que — al contrario de lo que sucede con todos los demás metales, incluyendo los metales pesados — no desprende gas alguno en el vacío, después de conformarlo convenientemente. Dado que el efecto del tubo Coolidge se basa precisamente en el hecho de un vacío todo lo más completo posible en la cámara de descarga, que no debe alterarse por el ulterior desprendimiento de gases del anticátodo, necesita de uno de éstos de tungsteno.

La General Electric había concedido a la AEG, con la cual sostenía amistosas relaciones comerciales — por aquel tiempo, los Estados Unidos no se hallaban todavía en guerra con Alemania —, unas licencias para el mercado europeo sobre la patente Coolidge. De acuerdo con esto, la citada AEG habría podido fabricar tubos de rayos X, si Siemens & Halske no hubiera sido la única poseedora de la patente relativa al anticátodo de tungsteno. Es cierto que, hasta entonces, la AEG no se había

ocupado de las cuestiones relativas a la electromedicina, pero el tubo Coolidge parecía amoldarse al programa de producción de su fábrica de lámparas incandescentes, razón por la cual no estaba dispuesta a desistir de las ventajas que le brindaban la posesión de la patente. De esta suerte se llegó a un acuerdo entre ella y Siemens & Halske, por el cual ambas partes autorizaban la explotación de las dos patentes, reservándose la AEG el derecho de fabricar en determinado volumen tubos de rayos X y suministrarlos a Siemens & Halske. Este acuerdo se modificó y amplió posteriormente varias veces.

Con la aparición de los tubos Coolidge se había solucionado, de la manera más simple y de una vez, el problema relativo a la rectificación de la corriente alterna de alta tensión, suministrada por el transformador. Se debía ello a que la dirección de la corriente quedaba ya perfectamente determinada por el modelo empleado: allí donde, por efecto del caldeo, se desprendían del metal los electrones, se encuentra el cátodo, mientras que la otra alimentación de corriente la constituye el ánodo, y, como no existen ya residuos gaseosos de ninguna clase en la trayectoria de descarga, el tubo sólo permite el paso de aquella semionda de la corriente alterna, cuyo sentido coincide con la circulación de corriente desde el ánodo haste el cátodo, a la vez que bloquea por completo la otra. En consecuencia, no se requiere ya el rectificador giratorio. Si se quiere aprovechar también la otra semionda suprimida, lo cual es de singular importancia para las grandes instalaciones de radioterapia, existe la posibilidad de emplear simples tubos adicionales, los cuales se conectan en forma análoga a los tubos de rayos X, con la diferencia de que no emiten radiaciones de esta índole, sino que sólo actúan como elementos bloqueadores de uno de los sentidos de la corriente, es decir, a modo de las conocidas válvulas de cátodo incandescente. Conectadas convenientemente con los tubos de rayos X y el transformador, dichas válvulas suministran a los referidos tubos la corriente alterna de alta tensión del transformador, de manera tal, que dichos tubos de rayos X son recorridos en la misma dirección por cada semionda.

Aun cuando la producción y utilización de los rayos X supusiera desde su descubrimiento el núcleo de la técnica de la electromedicina, existían también otras aplicaciones electrotécnicas en esta rama de la ciencia. Algunas de ellas pertenecían, por lo demás, a los primeros cometidos planteados a la casa Siemens & Halske, acabada de fundarse. Halske construyó para du Bois Reymond, de acuerdo con los datos facilitados por este último, un aparato de inducción con un ruptor, destinado a lo que entonces se conocía por el nombre de faradización, mediante la cual du Bois descubrió la ley, que lleva su nombre, sobre el efecto

excitante de las corrientes eléctricas en el organismo humano. También le suministró Siemens & Halske galvanómetros de la máxima sensibilidad para la investigación de las corrientes musculares. Cuando comenzó a generalizarse en la práctica de la medicina el tratamiento con las corrientes continuas y alternas, la galvanización y la faradización, se fabricaron los adecuados aparatos. Revestía la mayor importancia en este aspecto la dosificación exacta, es decir, la regulación más precisa posible. Sin embargo, no supusieron transacciones importantes, pues por entonces se carecía de organización de ventas. Sólo puede hablarse de un auténtico negocio de aparatos de electromedicina desde que hizo su aparición la técnica de los rayos X. A esto se agregó durante la guerra la llamada diatermia, según la cual se utiliza, para calentar interiormente partes del cuerpo humano, una corriente de alta frecuencia, que no ejerce ya efecto excitante nocivo de ninguna clase sobre el sistema nervioso. Se produjeron, además, aparatos para sordos — llamados fonóforos —, compuestos de un micrófono, una pila seca y un auricular, constituyendo este último una diminuta obra maestra capaz de introducirse en el conducto auditivo, con lo que pasaba inadvertido. Después de la guerra adquirió este negocio de fonóforos considerable importancia.

Supuso una importante aportación el electrocardiógrafo, basado en un principio casi idéntico al oscilógrafo, y destinado a registrar las corrientes originadas por el corazón. Sin embargo, del oscilógrafo se diferencia el «registrador cardíaco» por su sensibilidad considerablemente mayor, pues las corrientes del corazón, captadas en las extremidades, son tan débiles, que sólo merced a los medios más sutiles se las puede percibir y registrar. Por consiguiente, la fabricación del mecanismo de medición — una bobina con un pequeño espejo pegado a ella — del cardiógrafo en la factoría Wernerwerk significó un verdadero alarde, que escapa a las posibilidades de toda producción racional y que sólo era factible merced al trabajo de mecánicos especialmente adiestrados a este fin, los cuales producían los aparatos uno a uno. Como consecuencia de su elevada sensibilidad, sólo se disponía, al principio, de este aparato en los hospitales y clínicas importantes, no obstante lo cual ha prestado inestimables servicios tanto a la investigación como a la terapia de las dolencias cardíacas. Posteriormente se intercaló un amplificador entre el elemento captador y el aparato de medida, de manera que fué posible recoger, en lugar de las corrientes originadas por el corazón, las tensiones de igual clase, al igual que también se dotó de mayor consistencia al instrumento en sí. Desde entonces se dispone de electrocardiógrafos portátiles, incluso de modelo para campos de deporte.

La expansión del negocio pareció aconsejar después de la guerra que se le independizara de la Sección de instrumentos de medida y formar con él un grupo independiente: la «Sección de ventas de aparatos de electromedicina». De esta forma se alcanzó una mayor actividad en la representación de dichos intereses, que se manifestó especialmente en la estrecha colaboración con médicos famosos y que, por último, cristalizó en la creación de una exposición permanente en el edificio Langenbeck-Virchow, de Berlín. En él se celebraban todos los años el congreso de cirugía y una serie de reuniones médicas.

Pero, aparte de Siemens & Halske, existían en Alemania otras Empresas que se ocupaban de la electromedicina. Ya se ha hecho alusión a las dos más importantes de éstas, la «Reiniger, Gebbert & Schall AG», de Erlangen, y la «Veifawerke», de Francfort del Main. Entretanto, había surgido también la firma «C. H. F. Müller», de Hamburgo, la cual se dedicaba especialmente a la fabricación de tubos de rayos X y que adquirió fama por sus productos. Además de estas importantes Empresas, existía una serie de otras menos importantes, entre las cuales se contaban algunas que suministraban principalmente instrumentos y accesorios para médicos y hospitales, así como aparatos de electromedicina. Siempre que, en el caso de estas últimas, no se tratase de aparatos muy sencillos, la competencia sólo era de esperar, a la larga, de las casas importantes y económicamente fuertes. En particular, las instalaciones de rayos X representaban, en aquella época de rápida evolución, modelos en los cuales, caso de una avería, poco era lo que tenía que hacer un profano. Y, en este aspecto, el médico no era más que un profano. Únicamente los grandes hospitales disponían de personal técnico que—en determinados casos, pero no en todos—podía intentar con éxito reparar las averías. Sin embargo, el médico de los pequeños hospitales y el especialista establecido por su cuenta se hallaban supeditados a que la casa suministradora les efectuase rápidamente la reparación de las averías. Incluso tenía que instruirles fundamentalmente en el manejo de los aparatos y mantener estrecho contacto con ellos, a fin de obtener de los usuarios el mayor número posible de experiencias, con vistas al ulterior perfeccionamiento de sus productos. La misma observación, hecha una generación antes por la técnica de la alta tensión en el sentido de que una evolución en impetuoso auge sólo puede aprovecharse comercialmente mediante un crecido número de sucursales impuestas en la materia y distribuídas de manera conveniente por el país, se echó también de ver en lo que se refiere a la electromedicina. Se hacía imprescindible disponer de representaciones propias y especializadas, dotadas de un servicio adiestrado para atender a los clientes, si había de afrontarse debidamente la competencia. Estas consideraciones, así como la penuria de la época de guerra, indujeron a Dessauer, quien, entretanto, se había convertido en profesor de física experimental en Francfort, a vender en el año 1916 a «Reiniger, Gebbert & Schall» las acciones que poseía de la «Veifawerke». Por este mero hecho se había convertido aquélla en un competidor de considerable importancia para Siemens & Halske, pero todavía lo fué más cuando, después de la guerra, el Kommerzienrat Zitzmann, Presidente de la Junta Directiva de la Empresa de Erlangen, se dedicó a ampliar, en forma y a semejanza de Stinnes, su campo de actividades mediante la adquisición de otras pequeñas Empresas. En este caso no sólo se trataba de fabricantes de aparatos de electromedicina o de sus elementos componentes, tales como las «Phönix-Röntgenröhrenfabriken AG», de Rudolstadt, o la «Polyphos G. m. b. H.», de Munich, que producía también tubos de rayos X, sino de todo aquello que se relacionaba con el suministro de aparatos técnicos a los médicos y a los hospitales, es decir, de la fabricación de instrumentos quirúrgicos, sillones para odontólogos, mobiliario para enfermos y aparatos esterilizadores. Todas estas Empresas se habían debilitado con los desórdenes de la primera posguerra y resultaban presa fácil para un comerciante que, como Zitzmann, especulaba con la inflación. Como es natural, se limitaba a un determinado ámbito de trabajo, establecido por el sector de consumidores, apoyándose en los conocimientos de su colega, el Kommerzienrat Guillermo Niendorf. De esta forma había conseguido, finalmente, reunir —con inclusión de la Empresa matriz y de la «Veifawerk»—un grupo de 20 Entidades de mayor y menor importancia, a las cuales fusionó en el transcurso del año 1921, en la «Industrieunternehmungen AG Erlangen (Inag)», como Sociedad Holding.

Sin embargo, una vez estabilizada la moneda alemana se advirtieron, ya en la primavera de 1924, alarmantes fisuras en la armazón, tan arrogante hasta entonces. El Consejo de Administración dispuso que se investigara el asunto. Esta investigación reveló ciertas irregularidades en la gestión comercial de Zitzmann, obligándole el Consejo de Administración a dimitir y confiando a los dos miembros de la Junta Directiva, Dr. Sehmer y Dr. Müller, el saneamiento de la Empresa. La mejor solución, en opinión de ellos, fué actuar conjuntamente con Siemens & Halske.

En un principio, Carlos Federico v. Siemens se sentía poco inclinado a acceder a las proposiciones que se le habían hecho. Sintió aversión por la «Inag», los «almacenes», como él decía, aunque subrayó expresamente que no aspiraba a ningún «trust», ni siquiera sobre un sector parcial, sino que consideraba imprescindible una

sana competencia. Mientras se hallaban interrumpidas, por esta razón, las conversaciones, surgió una nueva oferta: existía la posibilidad de hacerse con la firma C. H. F. Müller. Fué entonces cuando hubo de dilucidarse en Siemens la cuestión de a cuál de los dos socios se deseaba dar la preferencia, pues, si se persistía en la actitud de repudiar a ambas Empresas, existía el peligro de que cualquier potente grupo financiero, que muy bien pudiera ser de origen extranjero, se convirtiese en un serio rival. La situación era muy parecida a lo ocurrido veinte años antes en el caso de Schuckert: primero, no se era partidario de ello en Siemens y después no hubo más remedio que ceder, en evitación de algo peor. De esta forma se reanudaron las conversaciones con la Junta Directiva de la Empresa de Erlangen, dando por resultado estas negociaciones que, a finales de 1924, adquiriera Siemens & Halske la mayoría de las acciones de « Reiniger, Gebbert & Schall AG ». Una vez ya segura en sus manos esta propiedad, se fundó en 1925 la « Siemens-Reiniger-Veifa-Gesellschaft für medizinische Technik m.b.H. », cuyos tres socios eran Siemens & Halske, con Reiniger, Gebbert & Schall y la Veifawerke, si bien ha de tenerse en cuenta que ya antes el pez pequeño había sido comido por el grande y éste, a su vez, por otro mayor.

De los almacenes, es decir de la « Inag », que se conservaron, se eliminó todo aquello que hubiera podido conducir a un desmembramiento de la Empresa como consecuencia de seguirse derroteros ajenos a ésta, mientras que se mantuvo y amplió lo que correspondía a la « Técnica », esto es, al trabajo de ingeniería, tal como, por ejemplo, los sillones de odontólogos, con sus accesorios, todo lo cual había evolucionado merced a la aplicación de la electrotecnia hasta alcanzar notables creaciones de mecánica de precisión, o bien lo que se necesitaba para la instalación completa de clínicas y hospitales y que girase alrededor del núcleo de la electromedicina. En un principio, se conservaron los tres centros de producción de Siemensstadt, Erlangen y Francfort, con el fin de no perturbar la preparación de la nueva ordenación fabril. Posteriormente, en 1932, se agrupó en Erlangen toda la producción, salvo la fabricación de tubos, que no salió de la factoría Phönixwerk, de Rudolstadt. Del titular hasta entonces de la Empresa común, la « Siemens-Reiniger-Veifa G.m.b.H. », se hizo cargo la « Reiniger, Gebbert & Schall AG », transformándose ésta en 1932 en la « Siemens-Reinigerwerke AG Berlín ». Como puede apreciarse, todo ello constituía un procedimiento jurídico bastante complicado. La transacción condujo a un gran éxito, pues Siemens-Reinigerwerke se convirtió, en el transcurso de los años siguientes, en la Empresa de electromedicina más importante, polifacética y rentable del mundo.

En su condición de director de la factoría Wernerwerk M, a la cual

pertenecía la Sección de ventas de aparatos de electromedicina, existente por aquella época, v. Buol no solamente había tenido que ocuparse de las muy complejas conversaciones con el grupo Reiniger, sino que hubo de llevar posteriormente a cabo — cuando se adoptó la decisión fundamental — la ulterior coordinación, consistente en fundir en una estructura homogénea las partes hasta entonces heterogéneas, así como — lo que es más importante — montar toda la organización de ventas, la cual en este caso revestía mucha mayor importancia que en otros sectores de actividades de la Casa. Todo ello lo llevó a efecto con un exacto conocimiento de la materia, basado en un prolijo estudio de los acaecimientos, y en una forma tan circunspecta y a la par tan consecuente, que Carlos Federico no salía de su asombro. Es cierto que a su colaborador lo consideraba hacía tiempo como un genio de laboriosidad, erudición y escrupulosidad, pero todo esto lo había creído más bien en el aspecto técnico de su capacidad creadora. Sin embargo, la forma en que v. Buol puso de manifiesto estas cualidades en las conversaciones comerciales, en las medidas de organización e incluso en las formulaciones jurídicas, era algo sin precedentes. Carlos Federico aborrecía el diletantismo en los negocios, a la vez que menospreciaba a los malabaristas de la economía, cuya gran época había sido la inflación. Por la Historia de la Casa, en la cual no le hacía falta repasar muchas hojas, sabía que la Empresa no se había mantenido siempre al margen de personas, cuya « fachada » resultó más importante que sus actos. Por el contrario, en este caso se trataba de un hombre que respondía totalmente a su modo de ser, y si Franke, ya de edad, se retirara en breve de los negocios, contaba con la persona que había de sustituirle.

XXIV.

ELECTROACÚSTICA

Cuando en el transcurso de la guerra y en lugar del detector de cristal, empleado hasta entonces en la telegrafía inalámbrica, se empezó a utilizar en creciente escala la válvula electrónica, conocida por « audión », para la recepción de las señales, se inició simultáneamente otra evolución, cuyos fundamentos se habían establecido, por cierto, antes de la contienda, pero que sólo entonces dicha evolución hizo que la válvula electrónica, con sus propiedades generadoras de oscilaciones, se convirtiera en el elemento más importante, incluso del proceso emisor.

Como se recordará, el salto de chispa (Funkenstrecke), utilizado en un principio — que había dado en Alemania a todo el proceso la denominación de « Funk » (chispa) — tenía por misión cerrar y volver a abrir en rápida sucesión el circuito oscilante, formado por la capacidad y la autoinducción. Durante la interrupción del salto de chispa se cargaba el condensador y, con ello, se permitía el paso de la energía al circuito, mientras que durante el cierre se descargaba a través de la chispa el mismo en el referido circuito y originaba en él oscilaciones, que después se irradiaban por la antena en forma de tren de ondas electromagnéticas. Por consiguiente, un tal tren de ondas representaba el resultado de la descarga de una limitada reserva de energía. Las amplitudes de las ondas se atenuaban, por consiguiente, con mucha rapidez, lo mismo que ocurre con el sonido de una cuerda que se pulsa, es decir, que se « amortiguan ». Por el contrario, si se cuenta con un dispositivo, mediante el cual se haga llegar continuamente energía al circuito oscilante — o, lo que es lo mismo, que no se pulse la cuerda, sino que se pase un arco por ella —, se obtendrán oscilaciones de duración uniforme o sean « no amortiguadas ». Fácilmente se deduce que estas últimas presentan esenciales ventajas con respecto a dichas oscilaciones amortiguadas.

Se pueden lograr estas oscilaciones no amortiguadas si se reemplaza el montaje original del salto de chispa por un arco voltaico. Hacía ya largo tiempo que se conocía el proceso, relacionado con el hecho de que, en el arco voltaico, la tensión y la corriente no se ajustan a la ley de Ohm, sino que poseen entre sí una peculiar dependencia, pero fué el ingeniero

de telégrafos V. Poulsen quien expuso en Copenhague qué condiciones habían de cumplir los valores eléctricos para obtener un aparato de utilidad.

Si se « manipulaba » un tren de ondas de oscilaciones no amortiguadas, es decir, si se le interrumpía al ritmo de las señales, la misión del receptor quedaba reducida a rectificar las oscilaciones de alta frecuencia, producidas en el circuito receptor, para lo cual podría utilizarse el detector de cristal o posteriormente la válvula conectada en forma de audión, y a registrar los impulsos de corriente continua, obtenidos de esta forma. Como es natural, un auricular no respondía a tales impulsos de corriente, lo mismo que tampoco hubiera reproducido los signos de Morse de la antigua telegrafía alámbrica, alimentada con corriente continua. Caso de desearse una recepción audible, era menester batir los impulsos de corriente por cualquier procedimiento y con una frecuencia audible, a fin de que resultase un sonido como el que se obtenía al generar trenes de ondas amortiguadas mediante el salto de chispa.

Dado que con las ondas no amortiguadas podían transmitirse mayores cantidades de energía, se implantaron éstas en un principio con destino al servicio de larga distancia, tal como, por ejemplo, para la comunicación entre el continente europeo y el americano. Sin embargo, pudo comprobarse que las ondas electromagnéticas se propagaban a lo largo de la superficie terrestre, es decir, que se deslizaban por ésta como si se tratase de un conductor, lo cual se evidenciaba especialmente en el caso de la superficie del mar. Si la dirección de propagación de las ondas hubiera sido un haz recto, una estación europea nunca hubiera podido captar a otra americana a consecuencia de la esfericidad de la Tierra. Sin embargo, este deslizamiento de las ondas a lo largo de la superficie conductora de la tierra originaba una elevada pérdida de energía, que difería sensiblemente según lo avanzado que se encontrara el día, es decir, de la situación del sol. Además, dependía de la longitud de la onda. Las ondas largas no resultaban tan amortiguadas como las cortas. A consecuencia de esto, se tendía, en el servicio trasatlántico, al empleo de ondas cada vez más largas o, lo que es lo mismo, de frecuencias cada vez más bajas en los circuitos transmisores y receptores. Hacia el año 1910 se había llegado a una longitud de onda de alrededor de 7.000 metros, alcanzándose posteriormente, en determinados casos, longitudes de onda hasta de 18.000 metros. En proporción análoga aumentaban las dimensiones de las antenas, toda vez que, como es sabido, la longitud del conductor aéreo tiene que guardar cierta relación con la longitud de la onda. De esta forma hicieron su aparición gigantescas torres para montar las antenas.

Cuanto mayores eran las longitudes de onda, tanto menores se hacían las frecuencias en los circuitos oscilantes. Una longitud de onda de 3.000 metros corresponde a una frecuencia de 100.000 ciclos, mientras que una onda de 10.000 metros sólo supone ya 33.300 ciclos. Así se había ido descendiendo paulatinamente desde cantidades de siete cifras, en los montajes antiguos, a órdenes de magnitudes, las cuales dieron lugar a que se planteara la cuestión de si no sería preferible generar estas corrientes de alta frecuencia en máquinas de corriente alterna, construídas especialmente a tal fin. Tenían que ser máquinas de gran cantidad de polos y un elevado número de revoluciones. E. T. W. Alexanderson, de la General Electric Co., fué el primero que construyó una máquina útil para 100.000 ciclos y una potencia de 2,1 Kw. Poco después, en el transcurso del año 1910, se construyó también en Alemania otra máquina de alta frecuencia, que estaba inspirada en un principio diferente, debido a R. Goldschmidt. Esta máquina proporcionaba 12,5 Kw. a una frecuencia de 33.300 ciclos. Con tales máquinas se empezaron a equipar entonces las estaciones para el servicio transoceánico.

El descubrimiento de Meissner, de que la válvula electrónica con rejilla podía utilizarse también para generar oscilaciones no amortiguadas, dió ocasión a que poco más o menos por aquella época, es decir, hacia el año 1917, comenzaran los países beligerantes a reemplazar los aparatos de radio, que utilizaban las tropas, por transmisores de válvula que generaban ondas no amortiguadas. Estos transmisores de válvula se adaptaban a las longitudes de onda de 200 a 700 metros, utilizadas para fines bélicos, a la vez que sus pequeñas potencias iniciales bastaban perfectamente para las distancias, no muy grandes, que se requerían en la guerra terrestre y aérea. Más complicado se presentó el problema cuando, al concluir las hostilidades, se procedió a aprovechar sus experiencias y a implantar también el transmisor de válvula en el servicio inalámbrico a través de vastas distancias, con sus grandes potencias y longitudes de onda. En 1920 comenzó Telefunken a equipar con válvulas transmisores grandes hasta de una potencia de 20 Kw. Mientras que las potencias, tensiones y corrientes que habían intervenido hasta entonces en una válvula eran pequeñas, no originando apreciable calor alguno el choque de los electrones contra el ánodo, era menester utilizar entonces tensiones anódicas hasta de 15.000 voltios, y el cátodo tenía que «soltar» un múltiplo de la cantidad de electrones anteriormente usual. Ello suponía un considerable aumento de las dimensiones de la válvula y la refrigeración artificial del ánodo tan intensamente bombardeado, el cual estaba formado ya en aquella época por un cilindro de cobre, expuesto a una corriente de agua. También se hizo necesario conectar en paralelo un

cierto número de tales válvulas. Evidentemente, esto supuso, al principio, considerables dificultades, pero, no obstante, la evolución progresó con ritmo rápido, sobre todo en los Estados Unidos, en donde, entretanto, se había formado — como Sociedad filial de la General Electric Co. y a base de la Sociedad norteamericana de Marconi — la Radio Corporation of America. Desempeñaba ésta simultáneamente las funciones de empresa fabricante y de Sociedad explotadora para las grandes estaciones, con lo cual disfrutaba prácticamente del monopolio de la «radio» en los Estados Unidos.

Sin embargo, la guerra había originado una curiosa modificación en la opinión espiritual del hombre con respecto a la «radio». Antes había sido una ocasión más para algunos iniciados. La gran masa, incluso en los países industrialmente desarrollados, conocía justamente su existencia, sin tener una clara idea de los principios básicos o sus aplicaciones técnicas. En este aspecto, como en tantos otros de la existencia humana, la guerra fué causa de una completa revolución. Los países beligerantes, en su totalidad, equiparon a sus fuerzas militares cada vez con mayor lujo en lo que se refiere a este medio de comunicación. Todo avión, buque, Estado Mayor o unidad importante del Ejército de Tierra poseía, al fin y a la postre, su correspondiente estación de «radio». Ambos bandos enviaron al frente miles y miles de estos aparatos y fueron centenares de miles las personas — sin que esta cifra suponga exageración alguna — que se destinaron a atenderlos. Se instruía a estas personas en la transmisión y recepción de señales de Morse, recibían en cursillos rápidos de capacitación algunas enseñanzas generales sobre las ondas, sintonías, antenas y perturbaciones, pero, ante todo, se las situaba frente al aparato de «radio», familiarizándolas con su manejo.

Posteriormente, cuando estas personas regresaron a sus hogares, no faltaron algunas de ellas que siguieran ocupándose, en sus ratos de ocio, de esta especialidad, adquirieran bibliografía popular sobre el tema y comenzaran a construirse por sí mismas tales aparatos, para lo cual las fábricas, que durante la guerra habían producido material de «radio», les suministraron, de sus sobrantes y a precios reducidos, las piezas componentes que necesitaban. Este «deporte» adquirió en los Estados Unidos, el Eldorado de los autodidactos, y en el Imperio británico un considerable volumen, pero también en Europa, particularmente en Alemania, existían numerosos «radioaficionados», por cuyo nombre se conocían entre ellos. Como es natural, también se fundaron en seguida las asociaciones necesarias para tal clase de deporte.

Al principio, los aficionados operaban en la gama de ondas comprendida entre 200 y 700 metros, tal como habían aprendido a hacerlo

durante la guerra. Sin embargo, comoquiera que, al aumentar el tráfico, se perturbaban considerablemente entre sí, y en razón de que por encima de la gama señalada les resultaba muy complicado generar ondas con sus pequeños equipos, avanzaron en el sentido de las ondas más cortas, si bien hubieron de pechar con el inconveniente de que el alcance de sus emisoras disminuía a medida que se acortaba la longitud de onda. En el año 1920 se difundió la sorprendente noticia de que las estaciones de aficionados — que operaban en la gama de ondas entre 12 y 50 metros y las cuales, de acuerdo con la experiencia obtenida hasta aquella época, sólo podrían lograr un alcance máximo de 50 kilómetros — volvían a escucharse a varios centenares de kilómetros, después de rebasar una dilatada «zona de silencio», realizando el servicio con perfecta seguridad. En condiciones favorables, era incluso factible cruzar el océano con tales pequeñas estaciones improvisadas.

Reflexiones y estudios más detenidos condujeron a la hipótesis de que en las capas superiores de la atmósfera debía de hallarse una zona, en la cual — quizá bajo la influencia de una irradiación procedente del cosmos, poco investigado por aquellos tiempos — estuvieran ionizadas las moléculas del aire, es decir, divididas en partes, con cargas eléctricas positivas, y negativas. Con ello, tal zona sería eléctricamente conductora, lo mismo que un líquido disociado, actuando así sobre las ondas electromagnéticas de manera semejante a como se comporta un medio simultáneamente transparente y reflejante con las ondas luminosas. Ahora bien; del transmisor no parten solamente aquellas ondas que se deslizan junto a la superficie terrestre y que resultan muy atenuadas como consecuencia de la absorción de esta última, sino también las radiaciones dirigidas hacia arriba (la onda «del espacio»). Dichas radiaciones alcanzan, con cualquier ángulo, la capa conductora de la ionosfera y son reflejadas — por expresarlo en forma algo simplificada — bajo un ángulo correspondiente, de suerte que llegan sólo con muy escasa atenuación a la Tierra, en donde se pueden captar. A condición de que se consiguiera aprovechar este descubrimiento, era fácil de prever que, técnicamente, quedarían rebasadas en breve tiempo las gigantescas estaciones de onda larga, destinadas al servicio transoceánico.

En cuanto se pudieron generar ondas electromagnéticas no amortiguadas, es decir, desde la implantación del transmisor de arco voltaico, debido a Poulsen, fué también factible llevar a la práctica una idea sobre la que se había hablado ya frecuentemente y con respecto a la cual los trenes de ondas, amortiguados y cortados, de la verdadera «radiotelegrafía» habían demostrado ser imposibles de utilizar: la transmisión inalámbrica de la voz. Al conectar en el circuito de antena un micrófono

y hablar ante él, se alteraba — puesto que un micrófono no es otra cosa que una resistencia variable — la intensidad de la corriente de antena con el ritmo de las oscilaciones de la voz. Si la corriente de antena es, como ocurre en el caso de las ondas no amortiguadas, una corriente alterna de circulación uniforme y alta frecuencia, el hecho de hablar ante el micrófono actuará sobre el tren de ondas emitido, haciendo variar sus amplitudes (la altura de las crestas de las ondas y la profundidad de las depresiones de las mismas) con el ritmo de las citadas oscilaciones de la voz. Se decía entonces que la oscilación fundamental y uniforme del transmisor, la frecuencia portadora, quedaba «modulada» por la frecuencia superpuesta de la voz.

Sin embargo, el sonido articulado se compone de la oscilación fundamental, los armónicos y las formantes, mientras que la modulación de la onda portadora por medio de la voz proporciona, como es lógico, toda una serie de diversas ondas, es decir, una «banda de ondas», si se las imagina marcadas una junto a otra, la cual se hace tanto más ancha, cuanto mayor es la longitud de onda de la portadora. Las ondas largas, tales como las utilizadas hasta entonces para el servicio transoceánico, demostraron ser, por dicha razón, inadecuadas para la telefonía inalámbrica, debido a que requerían una gama muy amplia y se perturbaban mutuamente.

Durante los últimos años de la guerra se había comenzado en Alemania a telegrafiar con destino a «todos» — y desde una estación inalámbrica, ciertas noticias de interés general, como, por ejemplo, los informes militares y otras comunicaciones oficiales, poniéndolas así a disposición de los periódicos. Posteriormente se amplió también esta clase de tráfico al servicio meteorológico, las cotizaciones de Bolsa y similares. El Dr. Ing. Juan Bredow, uno de los principales ingenieros de Telefunken, quien después de la guerra había pasado a ocupar el cargo de Director General en el Servicio de Correos del Reich, propuso en el otoño de 1919 substituir esta «comunicación general» radiotelegráfica por la telefonía inalámbrica, la cual sería más fácil de captar. Con motivo de una disertación pública, celebrada en Berlín, abogó por esta idea, expuso la forma en que podrían transmitirse también conferencias para fines de esparcimiento y de enseñanza, así como obras musicales, sugiriendo que serían muchos los interesados en esta «radiodifusión», a la cual predecía un gran porvenir. En los Estados Unidos, donde algunas personas se habían ocupado en cosas similares, se acogió al punto esta idea con verdadero entusiasmo. Mientras que en Alemania se estudiaba aún la forma de poner en práctica la propuesta en lo que se refiere a la organización y respetando el monopolio de telégrafos del Reich, en Norteamérica

—bajo la iniciativa de empresarios privados—surgieron en rápida sucesión centenares de tales estaciones emisoras, las cuales se dedicaron al «broadcasting» y, al igual que los periódicos, ganaban dinero con propaganda comercial y anuncios remunerados. Las casas fabricantes, que hasta entonces habían producido aparatos de radio para el Ejército y la Marina, pasaron a construir receptores destinados a «broadcasting» e inundaron el país con sus productos; se había declarado en toda regla la fiebre de la radiodifusión. Desde Norteamérica se contagió esta tendencia a todos los demás países civilizados. Por lo que respecta a Alemania, venció de un modo contundente al Servicio de Correos del Reich y a los demás Organismos.

Revistió gran importancia para la rápida expansión de la radiodifusión la implantación del altavoz. En un principio, el oyente se sentaba solo ante su aparato de radio, con los oídos cubiertos por sendos auriculares, al igual que en su día hacía el radiotelegrafista militar. Pero no tardaron en perfeccionarse estos sencillos aparatos. Tanto las oscilaciones de alta frecuencia como las de baja frecuencia podían amplificarse mediante válvulas, consiguiéndose, al cabo de poco tiempo, disponer de la suficiente energía de salida para accionar un auricular altoparlante, el cual superaba ampliamente en rendimiento y pureza de sonido a sus predecesores de la época relacionada con las instalaciones de mando para la artillería. Ello se consiguió merced a una perseverante investigación científica de los procesos que se desarrollan durante la generación y la irradiación del sonido desde membranas y otros elementos vibrátiles, pues, no en vano, la acústica—hijastra de la física desde hacía largas décadas—alcanzó una inesperada reanimación. En el laboratorio experimental de las fábricas Siemens, Juan Riegger, valiosísimo físico prematuramente fallecido, y Fernando Trendelenburg, hicieron por aquellos años importantes aportaciones para este resurgimiento de la acústica.

De estos trabajos evolutivos salió también beneficiado un elemento componente que alcanzaba ya sus cincuenta años de existencia, esto es, el micrófono anunciado por Hughes en 1878. Es cierto que fueron centenares los inventores que trataron de perfeccionar su modalidad de funcionamiento, pero la casi totalidad de ellos se había limitado al montaje de contactos móviles de carbones, los cuales modificaban su resistencia al acusar los efectos de las ondas sonoras. Fué precisamente entonces cuando en Siemens & Halske se siguieron nuevos derroteros. Riegger desarrolló un micrófono de condensador, en el cual una delgada lámina metálica móvil constituía una de las armaduras del referido condensador, mientras que la otra estaba representada por una placa fija. Entre

una y otra existía una pequeña separación de aire. Al actuar las ondas sonoras, las oscilaciones de la lámina alteran la capacidad del condensador. Cuando al condensador lo recorre una corriente alterna de frecuencia lo suficientemente elevada, estas alteraciones originan unas oscilaciones de la corriente, las cuales, una vez rectificadas y registradas con el oscilógrafo, proporcionaban una reproducción de los sonidos articulados y musicales, de una fidelidad tal, como hasta entonces jamás se había conseguido. En el laboratorio central de la factoría Wernerwerk tuvo su origen otro micrófono, según el cual iba tendido a través del campo de un electroimán una fina cinta metálica, cuyas oscilaciones—al recoger las ondas sonoras—inducían corrientes en el conductor metálico como consecuencia de movimientos en el campo magnético. Respetando el mismo principio, podían convertirse inversamente en sonidos las oscilaciones eléctricas y, con la condición de que se asegurase la adecuada amplificación de las corrientes, conseguir efectos en un «altavoz de cinta», los cuales, en un principio, causaron sensación. De un modelo algo modificado por Gerlach, el de «rizo acanalado», se difundió prontamente este sistema en los amplios locales, iglesias e incluso instalaciones al aire libre. En especial como altavoz resultó de gran rendimiento un modelo creado por Riegger y conocido por «Blatthaller», en el cual una serie de conductores—conectados en serie y sumergidos en campos magnéticos—se hallaban fijados a una gran lámina, que hacía las veces de membrana. Sin embargo, dicha membrana no se hallaba sujeta por sus bordes, sino que—por efecto de la influencia de las fuerzas electrodinámicas sobre los conductores—se movía alternativamente como un émbolo, siendo así capaz de hacer vibrar con energía el aire.

Aquel aparato, a cuya invención debía Edison su temprana fama y al cual dió el nombre de fonógrafo, se había perfeccionado también considerablemente en el transcurso del tiempo. En lugar del cilindro giratorio de cera—en el cual, al efectuarse la impresión, un punzón grababa el sonido en unos surcos helicoidales—, ya a comienzos de siglo, y como consecuencia de una propuesta hecha por Berliner, se utilizaba una placa o disco giratorio horizontal, por cuya superficie se desplazaba el punzón en apretadas líneas en espiral, desde el exterior hacia el interior. El sonido no se registraba ya como en el cilindro de cera, por medio de una mayor o menor profundidad de la impresión, sino mediante desviaciones laterales, es decir, que se describía con sus espirales una fina línea ondulada. De esta forma se impuso, en general, dicho aparato, a la vez que la grabación y la producción en serie de los discos, en los cuales se inmortalizaban los directores de orquesta y los tenores, se convirtió en un negocio bien importante, que se acrecentaba de día en día.

La implantación del amplificador brindó también en este aspecto posibilidades enteramente nuevas. Si, al proceder a la reproducción, se hacía que la aguja no actuara directamente sobre la membrana productora del sonido, como se había venido haciendo hasta entonces, sino que se utilizaban sus finas oscilaciones para mover una pequeña bobina móvil, dispuesta en un campo magnético, era factible amplificar las corrientes generadas y hacerlas audibles en un altavoz. Se demostró que la reproducción acusaba entonces muy distintos matices de sonido, máxime dado que para la grabación de las matrices se utilizaba también el procedimiento inverso. Además, podía regular el volumen dentro de amplios márgenes. Con estas innovaciones se comenzó durante el año 1924 en los Estados Unidos. Al cabo de un año, las dos fábricas rectoras norteamericanas, la « Brunswick-Balke-Collender Co. » de Chicago y la « Victor Talking Co. » de Camden, adoptaron el procedimiento eléctrico para toda su producción. La Entidad primeramente citada, que colaboraba con la General Electric Co., no tardó en establecer contacto con el llamado consorcio de gramófonos de Alemania, cuyo más destacado miembro lo constituía la « Deutsche Grammophon AG ». A través de la General Electric Co. se sugirió a la AEG para que se interesara en la Entidad del gramófono y fabricase con destino a ella el equipo eléctrico de los aparatos correspondientes.

El siguiente paso consistió en disponer el amplificador de baja frecuencia con altavoz, ya formando parte de un aparato de radio o bien como instalación independiente, de tal manera que pudiera desempeñar a opción tres cometidos distintos: como paso final del receptor de radio, de un tocadiscos o de un micrófono. Con él se podían equipar locales de reuniones, restaurantes y salas de fiestas, distribuirse altavoces en hospitales y sanatorios, montar incluso móvil toda la instalación y transitar por las calles, emitiendo música, así como noticias y anuncios diversos.

La parte fundamental de esta evolución se desarrolló en Alemania entre los años 1923 y 1928, en cuyo lapso de tiempo conquistó al mundo una nueva técnica. La cifra de los radioyentes alemanes declarados ascendió a la cantidad de tres millones, a los cuales había de agregarse todavía una buena cantidad de radioescuchas clandestinos. Junto a los Estados Unidos, poseía Alemania la cifra más elevada de radioyentes que participaban en esta nueva modalidad de transmisión de noticias. Con ello creció simultáneamente una nueva rama de la economía, en la cual predominó durante largos años una alta coyuntura. El Servicio de Correos del Reich instalaba una nueva emisora tras otra, siendo necesario montar locales de emisión, que, por regla general, se hallaban distanciados de la antena, proyectar cables para radiodifusión y realizar su tendido. La

explotación corría a cargo de compañías especiales, las cuales, por su parte, se hallaban sometidas al control de la Sociedad de Radiodifusión del Reich, en las que, a su vez, volvía a participar preponderadamente el Reich a través del Servicio de Correos. Las comisiones inspectoras y los asesores culturales se convirtieron en el palenque de las pugnas políticas e ideológicas, siendo necesario establecer jurídicamente nuevas relaciones de Derecho público. Se fundaron revistas, unas de índole técnica y otras consagradas a los programas de reproducciones. Se imprimieron verdaderas bibliotecas de libros de tipo científico-popular. Un elevado número de individuos, entre ellos personal administrativo, técnicos, músicos y actores hallaron trabajo en esta especialidad, ganándose así el sustento, como es natural, en mayor escala en las fábricas que no cesaban de fundarse y que trataban de llevarse la palma mediante nuevos montajes, modelos y detalles de buen gusto. Todos los años, a comienzos de agosto, se inauguraba la nueva « temporada » con una magna exposición en Berlín, en la que el mundo se veía sorprendido con los últimos modelos. Para la gente pudiente era cuestión de honor comprarse cada año el aparato de radio más moderno. A ello venían a agregarse los talleres de reparaciones y millares de comerciantes, distribuídos por todo el país. Todo era negocio y nada más que negocio.

Como es natural, la expansión de este negocio tropezó, en un principio, con un serio impedimento: la patente Lieben. Sin válvulas electrónicas no había medio de generar ondas no amortiguadas ni, por tanto, transmisión inalámbrica de la voz; sin audión, desaparecían las posibilidades relativas al amplificador y al altavoz. Asimismo, sin la patente Lieben no había ni qué pensar en las válvulas electrónicas. Todos los intentos encaminados a echar abajo la última y decisiva patente alemana 249 142, de fecha 4 de noviembre de 1910, habían demostrado su ineficacia. La patente se extendió, con la prórroga condicionada por la guerra, hasta el 3 de noviembre de 1933. Era titular de la patente el consorcio Lieben y, con él, prácticamente Telefunken. En contra de la voluntad de Telefunken nadie podía fabricar, vender ni utilizar en Alemania válvulas electrónicas. Esta era, en el fondo, la situación jurídica.

Ahora bien; en los círculos del consorcio Lieben no tardó en abrirse paso la opinión de que la desconsiderada puesta en práctica de este monopolio causaría revuelo en la opinión pública y podría dar lugar a consecuencias que más valía evitar. En vista de ello, Telefunken declaró estar dispuesta a conceder a otras Casas la autorización necesaria para fabricar receptores de radiodifusión, utilizando sus derechos protegidos, a cambio de unas moderadas exacciones de reconocimiento. Este « permiso de fabricación Telefunken » imponía, como es natural,

la condición de que el beneficiario adquiriera a Telefunken las necesarias válvulas electrónicas. A esta facilidad se acogieron todos aquellos que quisieron participar en el negocio de la electroacústica.

Debido a ello, para Siemens & Halske y la AEG — las dos Casas matrices — se había originado una singular situación. En torno a ellas surgían fundaciones de fábricas de material electrotécnico o bien se ampliaban las ya existentes, las cuales se llevaban una parte considerable del mercado recién creado. Si se quería respetar la letra y el espíritu del contrato de Telefunken, las Casas matrices habían de confiar el negocio a su filial, mientras que, por otra parte, no dejaría de producir un curioso efecto el que las dos Casas importantes, consideradas de antiguo por la opinión pública como los puntales de la electrotecnia, no participasen precisamente en esta nueva rama del negocio, tan prometedora. Esto último dió lugar a que ambas Casas matrices se considerasen como otra Firma cualquiera, concesionarias de licencias de Telefunken, y que, en calidad de tales, comenzasen a explotar por cuenta propia el negocio de la radiodifusión. Como es lógico, se había pensado para ello en unificar todo lo posible los trabajos evolutivos. Incluso, durante algún tiempo, los receptores de las tres Firmas iban equipados con el mismo «chasis», diferenciándose únicamente en la caja. Pero esta competencia — que, en verdad, no debía ser tal — no tardó mucho en degenerar en una pugna considerable, y así, cuando un buen día C. F. v. Siemens tuvo que asistir nuevamente a unas conversaciones entre las tres partes interesadas, lo hizo con la intención, expuesta públicamente de antemano, de «echar abajo» — como él decía — el negocio de la radiodifusión en su Firma (y con ello también en la AEG), confiándoselo exclusivamente a Telefunken. Sin embargo, tropezó de improviso con una enérgica oposición en la propia Casa.

Como Telefunken, aparte de ciertos talleres experimentales, todavía no poseía fábrica propia, esta forma de proceder daría lugar — así se argumentaba — a tener que fabricar los aparatos electrónicos de conformidad con los proyectos de la filial, respecto a lo que, según demostrara la experiencia, aun habría de aportarse una cuantiosa labor evolutiva propia, para después contemplar cómo estos productos recorrían el mundo con nombres ajenos. Bien es cierto que, por desgracia, siempre había ocurrido así desde que existía Telefunken, pero, al contrario que en tiempos pretéritos, en el caso considerado se trataba de un producto fabricado en masa que había de llegar a todos los hogares, aparte de que su evolución se hallaba aún en plena marcha y todavía era imposible prever cuáles serían las posibilidades de aplicación en los antiguos recintos laborales de la Casa. En su día se fundó una «Sociedad para tele-

grafía sin hilos», pero la situación creada era ciertamente muy distinta. Además, Telefunken no poseía, de momento, organización alguna de ventas para cumplir tal cometido, mientras que Siemens & Halske siempre contaba con sus Oficinas Técnicas . . . y así, otro grupo había logrado el nexo indispensable.

Nuestras consideraciones acerca de las representaciones en el exterior habían quedado detenidas en un punto de la época de preguerra, donde es cierto que los intereses de Siemens & Halske fueron atendidos por grupos de trabajo propios, si bien éstos se apoyaban estrechamente en las representaciones, mucho más poderosas, de Siemens-Schuckertwerke y los cuales se hallaban aun sometidos, en cierto aspecto, a la vigilancia de sus Juntas Directivas. Después de la guerra, el incremento de los negocios, en lo que se refiere a las instalaciones avisadoras de incendios y telefónicas, así como a los instrumentos eléctricos de medida, contadores de agua y aparatos de electromedicina, había demostrado la conveniencia de desligar de esta tutela a las Oficinas de Siemens & Halske y hacerlas por completo independientes. Aun cuando tampoco igualaran en ventas ni en volumen de personal a sus Oficinas fraternas, crecían — sin embargo — con mayor rapidez que aquéllas. En comparación con las primeras, lo que les faltaba todavía era un negocio en masa con el pequeño consumidor o con sus comerciantes, como el que se había procurado la Siemens-Schuckertwerke, a través de su Sección de pequeños artículos manufacturados, aneja a las Oficinas, con sus aspiradores de polvo, neveras, planchas, cocinas y demás utensilios para el hogar. De la radiodifusión podía crearse algo análogo con destino a las Oficinas de Siemens & Halske, y era entonces cuando ello había de revertir nuevamente en Telefunken. En justicia, no debía ser así. De hecho, el negocio de producción en serie, con su imprevisible cantidad de clientes sueltos, ofrecía una ocasión única para difundir el nombre y la marca de la Casa por extensos sectores. En consecuencia, los tres copartícipes acordaron, por último, que cada uno de ellos siguiera en los negocios de la radiodifusión sus propios derroteros, surgiendo de esta manera la curiosa situación de que las dos Casas, asociadas entre sí a través de Telefunken, se hallaran en competencia con la Empresa filial común.

Este ensayo puede presentar un satisfactorio aspecto, siempre que, al igual que en este caso, las nuevas creaciones técnicas no hayan adoptado todavía su forma definitiva.

Inspirándose en el modelo de la «Sección de pequeños artículos manufacturados» de que disponía Siemens-Schuckertwerke, se montó en Siemens & Halske la Sección de «Ventas al por menor», cuyo núcleo

había de constituirlo el negocio de la radiodifusión y los intereses afines. Bajo la dirección del hijo único de Carlos Federico, llamado Ernesto, a quien con ello se le confió su primera misión autónoma, dicha Sección se lanzó con gran ímpetu al torbellino de la competencia. Este negocio era muy distinto de lo que hasta entonces se había conocido en Siemens & Halske. Por primera vez se entraba en contacto con aquellas extrañas reacciones del alma de las masas, que giraban en torno a los conceptos de la moda y del gusto.

Ya antes de la guerra, la AEG había hecho el experimento de subsanar, recurriendo a un artista de renombre, determinados desaciertos de los técnicos en cuanto a la configuración exterior, en especial respecto a aquellas cosas que habían de servir para la propaganda, tales como marcas de mercancías, rótulos de establecimientos, carteles, anuncios, impresos, «stands» para exposiciones, etc., a fin de sentar los fundamentos del buen gusto. Un buen día, allá por el año 1932, también en Siemens & Halske se sintió la necesidad de dar al estilo interno de la Casa un aspecto adecuado, estableciéndose así un nexo con Juan Domizlaff, afortunado agente publicitario, el cual se había distinguido por una serie de ingeniosos y ocurrentes estudios sobre el fondo espiritual y las relaciones con el gusto, la moda y el efecto propagandístico. Sin embargo, se consideró necesario familiarizar algo con la electrotecnia y con el espíritu de la Casa al artista y al psicólogo, tarea de la cual se hizo cargo v. Buol con la minuciosidad que le era innata. El alumno tenía lógicamente que adaptarse a las peculiares costumbres del Profesor, quien, en las avanzadas horas de la noche, y después de haber llevado a cabo su extenso programa cotidiano, hallaba tiempo para tan singulares quehaceres. Era entonces cuando en el gigantesco edificio, oscuro y desierto, permanecían hasta altas horas de la noche dos hombres, ingiriendo café bien fuerte y envueltos en humo de tabaco. A v. Buol le complacían estas oportunidades, que permitían un sosegado intercambio de ideas, durante el cual podía explayarse su rico y polifacético espíritu. Algún tiempo después, y merced a sus sugestiones, propuestas y proyectos, así como a la conformación de todos los objetos que saltaban a la vista, dió Domizlaff a la Casa una «fisonomía», que resultó ser de tanta eficacia como buen gusto.

Como es lógico, también en este caso había que pagar la novatada. Se tenía planteada la cuestión de dar al aparato de «radio» de la Casa la adecuada forma exterior. Dado el enorme número de fábricas que existían tanto en Alemania como en el extranjero, habían surgido los modelos más dispares, en algunos casos realmente extravagantes. Por doquier se probaba y experimentaba, debido a que el público se dejaba

influir considerablemente en sus compras por el aspecto exterior del aparato de «radio». No en balde había de acoplarse a la decoración interior del hogar. En esta plétora de opiniones y ensayos lanzó Domizlaff la idea de que el aparato de «radio», en especial el de modelo grande y de más precio, representaba el moderno instrumento de música del hogar, estando destinado a reemplazar al piano de cola, que se consideraba parte integrante de las viviendas de acomodados burgueses, y ello con mayor motivo, puesto que los esfuerzos de Siemens & Halske tendían cada vez más a proporcionar, con la reproducción sonora de sus aparatos, un deleite, incluso a exigentes aficionados a la buena música. Sin embargo, el piano de cola — por la sencillez de líneas que imponía su construcción y el color negro de la madera de ébano — se había hecho insensible al paso del tiempo y, como tal, se había amoldado, sin estridencia alguna, a cualquier clase de mobiliario. Su sucesor tenía que poseer también un aspecto exterior análogo: una caja sobria, más alta que larga, con puertas de hoja, de color negro ébano e interiores en color marfil. Cuando el «caballero de frac», como le llamaba jocosamente, fué presentado, en el transcurso de algunas pruebas, a un numeroso grupo de peritos de la Casa para que dieran su aprobación, se formaron inmediatamente dos bandos. Uno de ellos se hallaba entusiasmado con la idea y estaba persuadido de que se impondría. Abarcaba a todos aquellos que creían entender algo de arte y poseían, de por sí, buen gusto. El otro se mostraba escéptico y no se hacía ilusiones. Comprendía a las personas consagradas al arte de vender, o sea a los asiduos visitantes de las tiendas de aparatos de «radio»: los viajantes.

Sin embargo, los cultos vencieron por mayoría de votos a los profanos y, en consecuencia, el «caballero de frac» fué producido en grandes series. Cuando no halló venta en la primera temporada, se recurrió al consuelo de que toda buena innovación requiere su tiempo para introducirse. Pero, al no venderse tampoco en la segunda temporada, fué menester iniciar una propaganda muy especial, y, al ver, un invierno después, la tercera serie de aparatos de «radio» sin vender, se reconoció que los profanos tenían razón y no hubo más remedio que detraer algunos millones. Para que no se perdiera todo, se vendieron al extranjero, a precios ruinosos, las existencias que había en los almacenes, yendo a parar de esta forma el «caballero de frac» a los Balcanes y a manos de los salvajes. No obstante, se había ganado una experiencia más para la comprensión del alma de las masas.

El año 1928 remató aquel quinquenio, del que se dió en decir que, durante él, una nueva técnica — la de la radiodifusión y sus fenómenos concomitantes — había subyugado al mundo. Inició simultáneamente un

nuevo período, en el cual adquirió cuerpo otra innovación técnica: la del cine sonoro. Además, el proceso evolutivo adoptó en este caso un ritmo todavía más rápido que el de la «radio», adquiriendo la impetuosidad de una erupción.

Hasta entonces, las películas eran mudas. Desde su aparición, que bien puede fijarse en la primera demostración pública de los hermanos Lumière en París durante el año de 1895, había alcanzado hasta alrededor de 1913 el estadio de infantil diversión de feria. En 1900 existían en Alemania dos «cines», mientras que en el año 1910 se había incrementado su número a la cantidad de 456. Posteriormente, una vez que la técnica de la impresión y de la reproducción del sonido alcanzó cierto grado de perfección, algunas personas de solvencia se enseñorearon del nuevo elemento cultural y descubrieron en él, a más del aspecto comercial, las posibilidades artísticas que brindaba. Durante el tiempo que siguió a la guerra, surgieron en los principales países productores, además de algunas películas mediocres, otras cuya calidad no pudieron negar los críticos más severos. Pero el cine era mudo, y muchas personas, a las que no había más remedio que tomar en serio, opinaban que esta condición formaba parte de su ser, lo mismo que del de la pantomima. Los intentos de hacerle hablar se basaban en una incomprensión de sus efectos.

Sin embargo, ya a comienzos de siglo, es decir, poco más o menos cuando esta innovación daba sus primeros y vacilantes pasos, se había ocupado Oscar Messter de acoplar mecánicamente el aparato tocadiscos al proyector cinematográfico, de tal manera que coincidiesen entre sí la imagen y el sonido. Por aquellos tiempos produjo Messter algunos centenares de películas sonoras, sin lograr imponerse con sus propuestas. Al principio, tanto la película como el sonido dejaban mucho que desear y, aunque nada tenían que echarse recíprocamente en cara, se aguantaba aquella combinación de centelleos y graznidos. Ello no obstante, la técnica de la película hacía grandes progresos, de forma que la imagen no tardó en adquirir una calidad aceptable, mientras que la técnica de la reproducción del sonido quedaba atascada en su progreso, por lo que hubo de considerársela deficiente en comparación con la proyección. De esta manera volvieron a separarse una de otra.

No transcurrido mucho tiempo después de inventar Edison el fonógrafo, Valdemar Poulsen había indicado otro procedimiento para la grabación y la reproducción del sonido. Conectó en el circuito del micrófono un electroimán, entre cuyos polos se hacía pasar, a velocidad constante, un alambre de acero. Al hablarse ante el micrófono, los polos magnéticos inducían — con el ritmo de las oscilaciones de corriente originadas y en el alambre de acero que pasaba delante de ellos — unas iman-

taciones variables. Luego, cuando el alambre así «impresionado» se hacía pasar a la misma velocidad entre los polos de otro electroimán, provistos de los correspondientes arrollamientos, se producían en estos últimos las mismas oscilaciones de corriente surgidas durante la grabación, las cuales originaban en un auricular los adecuados sonidos. Como todavía no se conocían los amplificadores, este procedimiento quedaba limitado exclusivamente al casco de auriculares.

Nada más concluir la guerra, se reunieron en Alemania tres cerebros, dotados de inventiva — Voigt, Engl y Massolle — y fundaron un grupo de trabajo, al cual dieron el nombre de «Triergon», cuya finalidad estribaba en sentar los fundamentos del cine sonoro, procediendo para ello en forma metódica. Partieron del convencimiento de que el camino más seguro de alcanzar la coincidencia cronológica, es decir, el «sincronismo» de la imagen y el sonido, no era otro que disponer la referida imagen y la «impresión sonora», una junto a la otra, en la misma cinta de la película. Dicha parte sonora tendría que ser iluminada también por la luz de la lámpara del proyector, de manera que el camino desde la grabación del sonido hasta la reproducción del mismo había de ser el siguiente: sonido — variaciones de corriente — oscilaciones de la luz — película — oscilaciones de la luz — variaciones de corriente — sonido. El amplificador se conocía ya en principio y no se trataba más que de darle forma adecuada. El problema básico consistía, por consiguiente, en transformar las variaciones de corriente en oscilaciones de la luz y viceversa.

Dado que todos los manantiales luminosos, basados en el calentamiento del filamento, resultan demasiado inertes para seguir las rápidas variaciones de la corriente que constituye el sonido, el citado grupo «Triergon» creó una lámpara de efluvios, en la cual el efecto lumínico se conseguía por la fría luminiscencia de los residuos gaseosos de un espacio al vacío bajo la acción de la corriente eléctrica. Se planteaba entonces la cuestión de que, entre la intensidad lumínica producida y la corriente generada, tenía que existir una proporcionalidad, lo cual sólo se logró tras largos e ímprobos ensayos y cavilaciones mediante una configuración especial de la lámpara de efluvios. Los inventores le dieron el nombre de lámpara de ultrafrecuencia. Por tanto, durante la grabación del sonido se amplió la débil corriente generada por las ondas sonoras y con ella se alimentaba la lámpara de ultrafrecuencia, cuya luz se proyectaba — mediante una óptica adecuada y después de pasar por una estrecha ranura sobre la película, originando una franja continua de 7 mm. de sonido, que se componía de una sucesión de finas líneas, de un grosor de aproximadamente 1/100 de milímetro. La imagen y el sonido se impre-

sionaban en cintas distintas de película negativa, debido a que en ambos casos difieren los requisitos de ennegrecimiento de la emulsión, copiándose juntas únicamente en la película positiva, en la cual la impresión sonora acompañaba a la sucesión de imágenes.

Para la reproducción sólo se trataba de volver a transformar en oscilaciones de corriente eléctrica las variaciones de la luz procedente de la impresión sonora, atravesada por el haz luminoso. A este fin, los inventores utilizaron un descubrimiento, hecho a principios de siglo por Elster y Geitel. Ciertos metales, en particular los alcalinos, como el litio, sodio, potasio, rubidio y cesio, poseen la propiedad de que, al incidir sobre ellos la luz, emiten, de su superficie, electrones. Este efecto «fotoeléctrico» se pone especialmente de manifiesto cuando el metal alcalino se monta a modo de cátodo al vacío y se coloca frente a él un ánodo, mientras que por una ventanilla se hace llegar luz al referido cátodo. Si entre el ánodo y el cátodo se dispone del suficiente potencial de corriente continua, la corriente generada en el circuito es proporcional a la intensidad lumínica incidente, siempre que se cumplan determinados requisitos. Por tanto, las variaciones de luz, originadas por la impresión sonora, se transforman de esta manera en oscilaciones de corriente, que se amplificaban y se hacían llegar al altavoz.

Todo ello no puede parecer más sencillo, pero desde la concepción de la idea hasta la utilización práctica media un camino largo y penoso, el cual se hallaba caracterizado por una serie de patentes del grupo de trabajo, integrado por los inventores. Al fin, tras cinco años de ininterrumpida labor, pudieron, en noviembre de 1923, presentar sus resultados en un gran «cine» de Berlín, ante un círculo de invitados. La prueba resultó técnicamente lograda, pero no produjo éxito comercial alguno. Sobre todo, los entendidos en cuestiones de arte repudiaban el cine sonoro — lo mismo ahora que antes —, porque iba en contra del modo de ser de la película. En Zurich se fundó una Sociedad que debería explotar este procedimiento, y después no se volvió a hablar nada más del cine sonoro.

Transcurrieron cinco años, durante los cuales, y en la quietud de sus laboratorios, ciertos inventores siguieron ocupándose independientemente del aludido problema. Algunos de ellos querían volver a la antigua idea de acoplar al proyector un aparato tocadiscos, mientras que no faltaron otros que volvieron al alambre de acero imantado, de Poulsen. Ambos procedimientos tenían ante sí nuevas posibilidades, desde que era un hecho el perfeccionamiento del amplificador y del altavoz. También en el laboratorio central de la Wernerwerk se construyó, por iniciativa de Lüschen, un aparato de cine sonoro. En él se había recurrido a la idea de

impresionar, al igual que el grupo «Triergon», la parte sonora de la propia película, pero no mediante la lámpara de ultrafrecuencia, sino haciendo incidir un fino rayo luminoso sobre un pequeño espejo, el cual se encontraba montado, a semejanza del oscilógrafo, en un sensible lazo de medición, siendo movido por la corriente reproductora del sonido. El rayo luminoso describía en la película una curva, que limitaba hacia un lado la zona de transparencia de la emulsión. De esta manera, lo mismo que en el caso del grupo «Triergon», se obtenía una banda continua, compuesta de sucesivas tiras paralelas, la cual — en contraposición a la de aquél — poseía un ancho variable, en lugar de una transparencia cambiante. También en la AEG se ocuparon del particular. En esta Empresa se trató de evitar la lámpara de efluvios del grupo «Triergon», recurriendo a la propiedad del nitrobenzol, descubierto por Kerr y posteriormente empleada con habilidad por Karolus, para formar una célula. Como es sabido, este líquido se hace ópticamente birrefringente cuando se le somete a la acción de un campo eléctrico, lo cual significa que el rayo luminoso incidente se divide en dos, que poseen determinadas peculiaridades, recibiendo el nombre de polarizados. La onda electromagnética que forma al rayo luminoso sólo oscila en un cierto plano, condicionado por la clase de montaje. Este efecto guarda cierta relación, sujeta a las correspondientes leyes, con la intensidad del campo eléctrico. Por consiguiente, la llamada célula de Kerr se compone de un condensador formado por dos placas metálicas paralelas, entre las cuales existe nitrobenzol. El rayo luminoso incide paralelamente a las placas, a través del líquido. Delante y detrás de la célula de Kerr se dispone de sendos prismas, de modelo especial, que tienen por objeto polarizar también la luz. Como los ejes ópticos de ambos prismas de «Nicol» se encuentran perpendicularmente entre sí, se extingue el rayo luminoso cuando no se halla excitada la célula Kerr. No obstante, si comienza a actuar un campo eléctrico entre sus armaduras, se produce una aclaración del rayo, en relación regular con la intensidad de dicho campo, brindándose así la posibilidad de transformar oscilaciones de corriente en variaciones luminosas, es decir, de registrar el sonido en la película.

También en los Estados Unidos se trabajaba con la máxima actividad durante aquel período de incubación de la película sonora. La Western Electric Co. había fundado una Sociedad filial, la «Electrical Research Products Inc.», la cual preparaba, en colaboración con la Radio Corporation of America, diversas soluciones relativas al problema de la película sonora. En parte coincidían con los trabajos realizados en Alemania, mientras que otras propuestas, también inventadas por Firmas de menor importancia, tendían a la combinación del aparato tocadiscos con

la cinta de película, limitándose simplemente a elevar la calidad de la reproducción del sonido a un grado tal, que — contrariamente a los antiguos ensayos de Messter — pudiera presentarse incluso a auditorios más exigentes. Por último, intervino animosamente un grupo que propugnaba el procedimiento « Vitaphone » con tocadiscos. De momento, dicho grupo comenzó adaptando para este sistema alrededor de trescientos cinematógrafos y exhibió en aquel país una película titulada « The singing fool », la cual provocó en el público norteamericano, tan fácilmente conmovible, una verdadera histeria de entusiasmo. Esta película constituyó uno de los máximos acontecimientos en los Estados Unidos. Todas las reservas mantenidas hasta entonces, en relación con las posibilidades artísticas de la película sonora, fueron arrasadas por aquel veredicto popular, como si se tratara de un huracán, lanzándose todos los interesados — los grandes productores de películas, los laboratorios de revelado, las fábricas, los teatros y, « last not least », la Bolsa — a este nuevo « boom ». En el término de un año se pasó en los Estados Unidos del cine mudo al sonoro, lo que supone una asombrosa proeza técnica y de organización. Pronto se propagó a Europa este movimiento, en especial a la Gran Bretaña, país al cual los norteamericanos consideraban — por razón del idioma común — comprendido dentro de sus dominios del cine sonoro.

Con ello se había roto también el hielo en Alemania. Se ajusta perfectamente a la realidad la imagen de como si, en una corriente helada, soplara de pronto un viento tibio sobre los témpanos amontonados y los hiciera entrar en agitados remolinos. Así fué también en este caso el revuelo originado. Messter y los propietarios de las patentes Poulsen, así como el llamado grupo Küchenmeister, el grupo « Triergon », la AEG y Siemens & Halske, todos se lanzaron con peticiones y advertencias respecto a supuestas violaciones de patentes sobre atemorizados productores de películas y propietarios de cinematógrafos. ¿Qué podían hacer éstos? Ninguno de ellos sabía qué partido tomar ante tal mare mágnum de ponderaciones, derechos de propiedad y procesos de patentes. ¿Qué entendía el pobre propietario de un « cine » acerca de alambre parlante de acero, lámpara de ultrafrecuencia, prisma de Nicol y procedimiento de amplitud? De buena gana proyectaría películas sonoras — no en balde el público lo deseaba así —, pero si se aventuraba con su lancha por este deshielo, los témpanos le amenazarían inmediatamente con hacerle trizas. Podía tomar la decisión que más gustase: por cualquiera de los lados se cernía el riesgo de un proceso de patentes. En verdad, la situación no podía ser más absurda.

Al no tardar en reconocerse así unánimemente, un hombre emprendedor, el Cónsul General Brückmann, consiguió aunar los intereses dispares. Con el grupo « Triergon » como núcleo más fuerte, debido a hallarse en posesión de las patentes más importantes, reunió a los precitados competidores, a excepción de las dos grandes Casas, formando la « Tonbild-Syndikat AG », conocida por el nombre abreviado de « Tobis », después de lo cual se puso al habla por separado con la AEG y con Siemens, para invitarles a que ingresasen en la nueva organización.

Ambas declinaron este ofrecimiento. La Tobis, con sus doce millones de marcos de capital en acciones, les parecía demasiado « hinchada », opinión cuya veracidad se vió confirmada posteriormente, al tener que reducir en reiteradas ocasiones el capital de la Sociedad. Además, sus propios trabajos evolutivos habían alcanzado un grado tal de perfeccionamiento, que, en el aspecto técnico, podían contar con mantenerse completamente independientes de la Tobis y, por consiguiente, también de Triergon. Por otra parte, planeaban actuar conjuntamente en contra de la Tobis, máxime dado que sus trabajos y patentes se complementaban de manera apropiada. De esta forma se llegó en aquel revolucionario año de 1928 a la fundación de la « Klangfilm G.m.b.H. », en la cual participaban por igual Siemens y la AEG. El contrato de fundación estaba inspirado en el modelo del de Telefunken, con la única diferencia respecto a éste, de que la evolución técnica habría de corresponder a las Casas matrices, constituyendo la Klangfilm, por tanto, una Sociedad de ventas en toda la extensión de la palabra. Como es lógico, no tardó ello en demostrar su impracticabilidad. Muy difícil era realizar un trabajo evolutivo común para un tercero en dos puntos que se consideraban en mutua competencia, siendo ésta la razón de que, al cabo de algunos años, se confiase tal misión a Telefunken.

Después de la fábrica de acumuladores y después de Telefunken y de Osram, suponía ésta la cuarta Empresa común de Siemens y la AEG, si bien hay que catalogarla de manera distinta a las otras tres. Así como, en el primer caso, la fusión era producto de los negocios entonces usuales entre los Bancos, siendo fomentada en el segundo por apetencias de índole política y motivada en el tercero por las medidas de racionalización de la primera posguerra, respondía en esta ocasión a una necesidad de orden sociológico. El mantenimiento de una competencia enteramente desorganizada entre tres o más rivales, con las convulsiones de los procesos y de las disposiciones transitorias, hubiera hecho imposible — dada la peculiaridad del cine, forzosamente generoso — la implantación del cine sonoro en Alemania y, bajo la presión ejercida por la opinión publica, habría desarticulado la organización legislativa.

No es de extrañar que pronto surgiera el esperado choque entre Tobis

y Klangfilm, originado como consecuencia de una película producida por la Sociedad norteamericana General Electric Co., película que proyectó Klangfilm en Berlín ante un público invitado y en la cual Tobis vió una infracción de su patente de revelado y copiado. Tras casi medio año de pugna se convino en concertar un contrato de comunidad de intereses. Las dos partes intercambiaron sus derechos de patente en forma de licencias y se repartieron el sector comercial, de manera que se confió a Klangfilm la fabricación y venta de los aparatos, mientras que Tobis se limitó a la explotación de todas las patentes para la producción de películas. Cada una de las partes contratantes interesaba a la otra en sus resultados. Con ello quedaba expedito el camino en Alemania para la película sonora.

Pero no ocurría así en el resto del mundo, pues se entabló una enconada pugna entre Tobis / Klangfilm, de una parte, y los grupos norteamericanos, de otra, pugna que giraba principalmente en torno a la validez de las patentes de ambos contendientes en los distintos países y la cual se prolongó hasta el año 1930. Como, en esta guerra, los paganos eran los clientes, es decir, los productores de películas y las casas distribuidoras, exigieron éstos, por último, que se entablaran negociaciones entre los grupos de competencia, dando ello lugar a la « paz cinematográfica de París ». Se basaba ésta en un amplio intercambio de patentes y experiencias, así como en estipulaciones sobre una amistosa competencia, demostrándose que, en ciertos casos, no deben evitarse los acuerdos entre grandes productores, aunque ello no sea más que en beneficio del consumidor.

Si bien la cuestión de tratar con la clientela era uno de los asuntos que incumbía a Klangfilm, no pudo evitarse que las dos Casas matrices — por consiguiente, también Siemens & Halske — establecieran estrecho contacto con esta nueva modalidad de negocio. Los Centros de evolución, las fábricas productoras, las oficinas de patentes, los contables y los encargados de los contratos, pero, sobre todo, las personas que intervenían en asuntos de índole fundamental, se asomaban a un mundo que hasta entonces sólo conocían por referencias. Tratábase de un negocio muy curioso, totalmente distinto al acostumbrado con funcionarios del Estado, administraciones municipales, con la industria, incluso con el mundillo del teatro, con el cual se entraba alguna que otra vez en contacto. Sólo podía comprenderse la mentalidad de estas personas cuando se esclarecía quién era, en realidad, el que les daba a ganar el pan y a qué merced debían su existencia. Era aquel ser de millones de pies que todas las noches hacía cola ante las taquillas de los cinematógrafos, que se sentaba ante la pantalla centelleante, adoraba allí a sus elegidos favoritos, dejándose llevar de pasionales arrebatos, casi siempre bien poco edificantes. Una masa, de la cual su primer biógrafo moderno había dicho que no era capaz del menor pensamiento racional, sino que únicamente obedecía a sus irrefrenados instintos. Cuando Carlos Federico — el auténtico e indiscutido representante de la Casa, no sólo atendiendo a la forma, sino también a la esencia — pensaba en su padre, quien, como es sabido, no fué en modo alguno un prosaico amasador de dinero, sino un entusiasta, le parecía oírle fantasear en el sentido de que el telégrafo uniría a los pueblos, que la máquina dinamoeléctrica movilizaría las fuerzas de la naturaleza y que la lámpara de arco alumbraría las tinieblas. Su labor rendía, por doquier, servicio a las justificadas necesidades y al bienestar de la humanidad, esto es, al progreso. ¿Cabía decir otro tanto del complejo representado por la electroacústica, que se había formado en el transcurso de la última década con la eficaz colaboración de la Casa? Por el contrario, ¿no entrañaban más bien todas estas cosas, grandes y difusos peligros? Carlos Federico era demasiado escéptico para responder a tales preguntas con un desenfadado optimismo, pero se daba perfecta cuenta de que él, incluso como jefe de la Casa, no tenía ni el derecho ni la posibilidad de contener semejante movimiento evolutivo. Ya hacía algún tiempo que seguía sus propias leyes. En este caso, lo mismo que en tantos otros, la humanidad había desatado fuerzas que pronto sería incapaz de dominar.

XXV.

ALTA TENSIÓN Y TÉCNICA MOTRIZ

Cuanto más se elevaban las tensiones y se aumentaban las intensidades en las instalaciones destinadas a generar y distribuir la energía eléctrica con corriente trifásica, tanta mayor complicación planteaba la tarea de conectar y desconectar tales potencias. Como ya se ha expuesto, a principios del siglo se había implantado, con carácter general, el interruptor de aceite para el cometido de cortar la corriente alterna. Se comportó satisfactoriamente mientras se trató de las potencias todavía usuales durante la primera década del siglo.

Pero, entretanto, se habían alcanzado tensiones hasta de 110.000 voltios, lo cual suponía ya interruptores de aceite que, con sus aisladores de paso, presentaban una altura superior a cuatro metros y se componían de tres cámaras independientes, una para cada fase, debido a que, por razón del riesgo de cortocircuito entre dos conductores contiguos, nadie se aventuraba ya a alojar los tres conductores en una misma cámara. No obstante, con tensiones considerablemente inferiores se obtuvieron experiencias mediante interruptores de aceite que daban obligadamente lugar a serias dudas. Se debió ello a la circunstancia de que en las grandes redes, a las cuales alimentaban generalmente varias centrales eléctricas, surgían — cuando se producían cortocircuitos — energías, con las cuales no había por qué contar antes. Así, podía darse el caso de que en un ramal, que sólo alimentaba pequeños consumidores y el cual, con un interruptor de 350 amperios — un modelo normal muy difundido por aquella época —, se creía haber dotado de una seguridad equivalente a diez veces la magnitud necesaria, habían de desconectarse, en caso de cortocircuito, algunos miles de amperios, debido a que entonces se sumaban en dicho punto de derivación las potencias correspondientes a varias centrales eléctricas. Podía ocurrir en tales circunstancias que la cámara de aceite del interruptor explotase con un sordo crujido y que saliera despedida por la instalación distribuidora una masa de aceite ardiendo, lo que suponía que todo el edificio quedase inmediatamente sumido en las tinieblas de una densa humareda.

Por esta razón se había hecho patente cierto nerviosismo con respecto

al interruptor de aceite y, así, nada más concluir la guerra, se hallaba este problema en el orden del día en toda reunión importante de técnicos electricistas, tanto en Alemania como en los Estados Unidos.

Por lo demás, en el transcurso del año 1912 había montado la AEG en su fábrica de aparatos eléctricos una instalación experimental de interruptores de aceite, la primera del mundo en su género. Mediante un motor se embalaba a pleno régimen un alternador trifásico de modelo muy resistente y una potencia de 15.000 KVA, es decir, un generador bastante grande para aquellos tiempos, capaz de soportar una potencia instantánea de cortocircuitado de 150.000 KVA. Este alternador se cortocircuitaba entonces repentinamente, teniendo por misión el interruptor ensayado la de volver a interrumpir el circuito eléctrico. El banco de pruebas se hallaba equipado con numerosos instrumentos de medida y estaba montado de forma que pudiera observarse, sin el menor peligro, el comportamiento del interruptor. Este ejemplo halló después de la guerra imitadores en otros puntos. De acuerdo con esto, los « Ateliers de constructions électriques de Delle », en Villeurbonne, montaron a sus expensas una instalación experimental, en la que podían probarse los interruptores de aceite con potencias de desconexión hasta de 500.000 KVA, instalación que pusieron a disposición de la Universidad de Grenoble para fines de ensayo. También la General Electric Co. montó en 1925—1926 una de estas instalaciones experimentales. Finalmente, la American Gas and Electric Co., de Canton (Ohio), decidió realizar ensayos en su propia red, para lo cual cuatro grandes fábricas de electricidad alimentaban un nudo de cortocircuito, dispuesto en una posición central, de manera que — con una tensión de transmisión de la energía de 132.000 voltios — se alcanzaban, en los distintos casos, potencias de desconexión de un millón de KVA, potencias éstas que había de soportar un solo interruptor.

Como ya se explicó, en el transcurso del tiempo se había separado de la factoría de Charlottenburgo de Siemens-Schuckertwerke toda la construcción de maquinaria, habiendo adoptado un carácter independiente en la fábrica de dínamos y en la de motores eléctricos. También la producción de pequeños artículos para materiales de distribución e instalación había pasado a la fábrica de material pequeño. De esta forma, ya antes de la guerra sólo habían quedado verdaderamente en la factoría de Charlottenburgo los grandes aparatos de distribución, entre los cuales eran los interruptores de aceite los que más espacio exigían, aparte de los dispositivos de arranque y regulación de toda índole, suponiendo esto un enjambre de difícil organización de los más heterogéneos aparatos, que se resistían porfiadamente a una fabricación racional, siguiendo los

principios impuestos por la producción en serie, pues no era extraño el caso de que correspondieran a una determinada máquina, en la cual habían de ajustarse recíprocamente ciertas peculiaridades. Sin embargo, cuando en la segunda fase de la guerra, el período de grandes construcciones de nueva planta hizo aumentar en inconmensurables proporciones la demanda de material de distribución, especialmente de interruptores de aceite, surgieron serios apuros respecto a la capacidad de los talleres en la factoría de Charlottenburgo, aconsejando las demás insuficiencias de las instalaciones fabriles que se buscara otro local para los interruptores de aceite, entre los cuales estaban comprendidos los elementos componentes más voluminosos del programa de producción. Por razón de esto, en 1917 se realizó el traslado a la Siemensstadt, a un terreno situado al Oeste del gran edificio administrativo, erigiendo en dicho lugar unas edificaciones, bastante sobrias por el exterior, en cuyas largas naves ocupaba el mayor espacio la fabricación de interruptores de aceite. A ello se agregó en el año 1923 la producción de un material aislante, el cual se utilizaba ya hacía tiempo para los aisladores de soporte, aisladores de paso, instalaciones de distribución y fines análogos, en lugar de la porcelana, empleada antiguamente. Este material sintético, conocido por el nombre de «repelit», se obtiene arrollando, muy apretado, papel duro y aplicándole una elevada presión y una temperatura apropiada. La fabricación de los aparatos de distribución constituía su principal consumidor, por cuyo motivo se unificó en el mismo terreno la «fabricación de repelit», para la cual se requería también una instalación especial de caldeo, con la «fábrica de aparatos de distribución», que se acababa de fundar.

Por tanto, el peso de la fábrica de aparatos de distribución — cuya dirección había asumido, entretanto, Juan Beiersdorf, formado en la escuela de la Siemens-Schuckertwerke durante la primera gran expansión — gravitaba, después de la guerra, en la Siemensstadt, no tardando también en manifestarse la conveniencia de trasladar a la nueva ciudad fabril la parte restante, que todavía se hallaba en Charlottenburgo, y cerrar definitivamente la vieja fábrica, que no respondía ya a las nuevas exigencias de la producción. Hubiera sido lo más lógico haber ampliado en igual forma, al lado de las edificaciones bajas ya existentes, este resto de no insignificante volumen. Sin embargo, demostró resultar más conveniente organizar el proceso de fabricación en varios planos superpuestos y disponer en sentido vertical las vías de acceso. De esta forma surgió la primera fábrica de electrotecnia de Alemania, que estaba instalada en un edificio de muchas plantas.

Hertlein, ascendido a director de obras arquitectónicas de la Casa,

quien había demostrado en las edificaciones erigidas por él tanta originalidad como buen gusto, colocó sobre el sótano diez salas de talleres, de 175 metros de longitud y 16 metros de fondo, si bien hubo de reducir, por razones de seguridad contra incendios, los dos pisos superiores a un ancho de 12 metros. A ambos costados longitudinales del edificio existían dos cajas de escalera, las cuales avanzaban del frente como si se tratase de dos imponentes torres. Por lo demás, la armazón de hierro se rellenó de tal manera con ladrillos rojos, que los apoyos metálicos portantes parecían pilares revestidos en el muro exterior, lo que daba lugar a una estructuración vertical de la imponente pared. Así, esta majestuosa edificación, concluída en el transcurso del año 1928, suponía una obra típica que dominaba ampliamente el aspecto de la ciudad y, en cuya contemplación, las personas acostumbradas a los nuevos estilos arquitectónicos muy bien podían hallar complacencia.

Los laboratorios de la nueva fábrica se amoldaban perfectamente a las condiciones técnicas, alcanzadas mientras tanto. La llamada zona de pruebas de alta tensión, en la cual se sometían los productos terminados a las tensiones correspondientes a su modalidad de aplicación, pero en la que también podían realizarse trabajos experimentales en nuevos proyectos y modelos, poseía en dos naves oscuras — a modo de instalación especial — un transformador grande y otro más pequeño, los cuales, conectados en serie, eran capaces de proporcionar una tensión de 800.000 voltios con respecto a tierra. Junto a ello se montó una instalación para prueba de aparatos de distribución, como las que ya poseían otros Establecimientos interesados en estas cuestiones, aunque se proyectó ésta, teniendo en cuenta las experiencias recogidas hasta entonces. Mediante un motor apropiado se accionaba un generador de 40.000 KVA, construído especialmente a este fin, el cual podía ser puesto en cortocircuito por el accesorio sometido a prueba, bien fuera directamente cuando bastaba con una tensión de 12.000 voltios o, en caso contrario, intercalando un transformador. La nave de máquinas, los bancos de pruebas, las dependencias de observación y las salas de evaluación, todo ello equipado con un extremo instrumental, llenaban un sector completo del edificio y mostraban qué lujo de detalles se consideraba necesario para resolver un determinado problema, considerado dentro del ámbito de la Casa, pero no por ello menos restringido.

El Dr. Federico Kesselring, ingeniero de nacionalidad suiza que trabajaba en Alemania, había causado sensación con motivo de las grandes discusiones sostenidas acerca del interruptor de aceite, por razón de las investigaciones experimentales realizadas con gran acierto y por su interpretación teórica, lo cual indujo a la Siemens-Schuckertwerke a captarlo

para la Casa y poner a su disposición las instalaciones de la nueva fábrica de aparatos de distribución, con el fin de que prosiguiera sus trabajos. Los resultados de sus investigaciones los dió a conocer en una conferencia pronunciada en 1930, que fué considerada por todo el mundo de la electrotecnia como algo sensacional. Demostró que el proceso extintor del arco voltaico depende de influencias muy distintas de las que hasta entonces se creía. Como es sabido, los elementos portadores de la carga, los cuales todavía se hallan en forma de iones y electrones en la trayectoria del arco voltaico al atravesar la corriente el punto cero, originan, cuando retorna la tensión, la repetida ignición del arco voltaico. Si se quiere evitar esto, es menester apartarlos violentamente de la trayectoria — solución a la que ya había recurrido con éxito la AEG, utilizando un interruptor de gas comprimido, el cual lanzaba una potente corriente de aire o de gas hacia la trayectoria del arco voltaico al abrirse los contactos — o bien « detenerlos ». Kesselring demostró que el efecto del interruptor de aceite se basaba en una detención — aunque imperfecta — de los elementos perniciosos por medio de la burbuja de gas formada en el aceite, mostrando simultáneamente cómo podía lograrse este efecto de manera mucho más fácil y perfecta. No se ignora que un vapor, bruscamente enfriado, tiende a condensarse. Se forman en él pequeñas gotas de neblina, en especial donde las partículas de polvo, o también los iones y electrones, brindan « núcleos de condensación ». A tales núcleos se adhieren las partículas de líquido que tienen su origen en el vapor, los envuelven e incrementan su masa a un valor muchos miles de veces mayor, de suerte que ya no son acelerados por el campo eléctrico de la tensión de retorno ni pueden volver a engendrar el arco voltaico. Ulteriores investigaciones han demostrado la verosimilitud de que la reducción del diámetro en arco voltaico mediante el brusco enfriamiento contribuye también esencialmente a su extinción. En consecuencia, Kesselring dió simplemente forma de cámara metálica a uno de los contactos de su interruptor. Por la tapa de la referida cámara discurría, a través de un orificio apropiado, el otro contacto que presentaba forma de pasador, el cual se extraía al cortarse el paso de la corriente. En la cámara del interruptor llegaba el agua hasta la mitad, vaporizándose cuando comenzaba el proceso de desconexión. Al proseguir el movimiento del pasador, quedaba parcialmente abierto el orificio, con lo cual salía lanzado el vapor mantenido a elevada presión, se dilataba y, por este motivo, se enfriaba notablemente. Iniciábase con ello el proceso de condensación, las pequeñas burbujas de neblina detenían a los elementos portadores de la carga, no pudiendo así volver a formarse el arco voltaico. El « interruptor de expansión », nombre con el

cual le bautizó Kesselring, constituía — frente al tosco interruptor de aceite, nunca de fiar por completo — el verdadero huevo de Colón, no tardando en convertirse en un gigantesco negocio para la Siemens-Schuckertwerke.

La implantación del interruptor de expansión y de su competidor digno de todo respeto, el interruptor de gas comprimido, coincidió con una época, durante la cual también en la construcción de todas las instalaciones de distribución se buscaban nuevos derroteros. Aparte del constante aumento de la tensión en las grandes vías de energía, en las cuales se generalizó paulatinamente como valor normal aquella tensión de 110.000 voltios, sólo alcanzada en un caso aislado antes de la guerra, no eran de manera exclusiva las potencias generadas o confluentes en determinados puntos las que no habían cesado de crecer. El acoplamiento de las redes las hacía tan dependientes entre sí en casos de averías, que no hubo más remedio que aspirar a un máximo de seguridad. Sin embargo, seguridad significaba aisladores más altos, mayor separación de las líneas entre sí, interruptores mayores, amplia subdivisión de todos los procesos y, en términos generales, dimensiones cada vez mayores de la sala de distribución. Durante algún tiempo, la pugna giró en torno de si había de montarse el mayor número de elementos independientes, a fin de limitar en todo instante el peligro a un foco reducido o bien utilizar grandes naves sin pisos intermedios ni tabiques divisorios, que ofrecían la ventaja de una mayor visibilidad. En los Estados Unidos predominó la modalidad de construcción por naves y, dado que en 1913, precisamente cuando en Alemania hubo quien se aventurara a dar el salto a los 110.000 voltios, la Southern California Edison Co. pasó a utilizar en su red la tensión de 150.000 voltios, se planteó la cuestión de si podía salirse adelante con la « nave » sin paredes ni tejado. Este problema lo abordó por primera vez la Pacific Gas and Electric Co., desde la cual se abastece San Francisco, teniéndose con gran asombro en Alemania noticias de estas « instalaciones al aire libre ». Su indiscutible éxito se explicó de momento, por razón del benigno clima californiano. No obstante, después de la guerra también en Europa — al principio en Suiza y en Francia — se arriesgaron algunos directores de obras y constructores audaces a emplear la modalidad del montaje al aire libre, aunque inicialmente sólo como si pareciese que la instalación de distribución se hubiera encontrado en su día dentro de una nave y después se hubiesen derrumbado las paredes y el techo. La « A. G. Sächsische Werke », Empresa abastecedora del Estado libre de Sajonia, fué la primera fábrica alemana de electricidad que dedujo de manera radical las consecuencias de la nueva idea construtora, para lo cual, puesto que la superficie había dejado de ser el factor

más importante, dispuso toda la instalación a una altura moderada y un componente junto a otro en un mismo plano. Después de haberse hecho a la idea de la construcción al aire libre y de haber logrado fabricar de modelo resistente a la intemperie los transformadores, interruptores y pequeños accesorios, todos los participantes, incluyendo a los ingenieros de la Siemens-Schuckertwerke, se extrañaban de que no se les hubiese ocurrido desde un principio esta sencilla solución de distribución de la corriente de alta tensión. El profano veía desde las ventanillas del vagón de ferrocarril a estos extraños grupos — cada vez más frecuentes y que a menudo abarcaban una amplia extensión — de pequeñas y grandes calderas sobre bases de hormigón con aisladores de gigantescas nervaduras y dispuestos en uniformes hileras, así como un mare mágnum de conductores por encima de ellos, de los que durante las noches cerradas se veía surgir un fantasmagórico fuego de Santelmo.

A estas irradiaciones de electricidad a elevada tensión desde los conductores les da el técnico electricista el nombre de corona. Dicho fenómeno se conocía hacía ya mucho tiempo, primero por los cuentos de «trasgos» de los viejos marineros y después por los laboratorios de física, sabiéndose que dependía directamente del semidiámetro de curvatura en la superficie de los conductores. Cuanto menor era éste, tanto mayor resultaba la pérdida por el efecto de corona. Así, la primera regla que hubo de observar el constructor de aparatos de alta tensión fué evitar las aristas, esquinas e incluso puntas de forma aguda y configurar con los mayores radios posibles de curvatura todas las superficies de las piezas conductoras de la corriente eléctrica. Por consiguiente, cuando las dos Sociedades californianas, a las cuales ya se aludió, afrontaron en el año 1923 el riesgo que suponía elevar a 220.000 voltios la tensión de sus líneas principales, no tardó en ponerse de manifiesto que la primordial dificultad de la explotación no radicaba en el aislamiento de los conductores entre sí o con respecto a tierra, sino en dominar los fenómenos de corona. Las minuciosas mediciones, realizadas en la Pacific Gas and Electric Co., demostraron que la línea de alimentación de San Francisco, de 325 kilómetros de longitud, poseía — según las condiciones meteorológicas — unas «pérdidas por fugas» de 2.000 a 2.500 Kw., es decir, que una parte de la energía desaparecía simplemente. En este caso, los conductores eran, en algunos sectores de cables de acero y aluminio — un núcleo de acero, el cual tiene por principal misión soportar la fuerza tractora, iba recubierto del aluminio que había de servir de conductor —, aunque también estaba constituído en su mayor parte por verdaderos cables de cobre, de más de 23 milímetros de diámetro. Evidentemente, era menester aumentar todavía más el diámetro, a fin de reducir las pérdidas por el efecto de corona, utilizando un diámetro muy superior al que hubiera sido necesario para la sección de la línea. Pero ¿cuál sería el peso resultante de tal solución y qué clase de postes se requerirían para soportar los pesos de los conductores? Estos experimentos realizados en California — se decían los técnicos electricistas en Alemania — demuestran que no debe rebasarse la tensión de transmisión de los 110.000 voltios, ya que en nuestro país pueden solucionarse cómodamente con dicha tensión máxima todos los problemas relativos a la distribución de la energía eléctrica.

Sin embargo, Arturo Koepchen, director técnico de la Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk (RWE), de Essen, sustentaba un distinto criterio. Se había iniciado como joven ingeniero en esa Empresa bajo la égida de Stinnes, encumbrándose con rapidez, debido a que en él se combinaban, de manera poco común, unos fundamentales conocimientos técnicos y unas excelentes aptitudes comerciales. En algunos aspectos de su modo de ser recordaba un poco a Emilio Rathenau. En 1917 reemplazó a Goldenberg, director fallecido repentinamente, a quien debía su nombre la gran central de la RWE, que utilizaba los lignitos renanos, con lo cual se colocó, de hecho, al frente de esta peculiar Empresa de economía mixta. Como es sabido, la RWE la fundaron originalmente los capitalistas privados, pero cada vez participaron en ella más municipios y otras corporaciones comunales, de manera que su Consejo de Administración se componía de una mayoría de prefectos y alcaldes, los cuales concedían a la Junta Directiva amplias atribuciones en lo que se refiere a la forma de llevar los negocios. Mediante contratos se anexionaron, una tras otra, la plétora de pequeñas o grandes Empresas abastecedoras de energía eléctrica, tanto privadas como de procedencia municipal, que quedaron así bajo la férula de la RWE, al principio en la Provincia Renana y en Westfalia, para después traspasarse al río Main y extenderse por el Sur, alcanzando finalmente — merced a contratos con las fábricas de electricidad enclavadas en la parte meridional de Alemania — las fronteras con Suiza y Austria.

Se ha expuesto ya que Koepchen no creía, desde un principio, en la ley relativa al límite de los 110.000 voltios. En el transcurso del año 1924 hizo un viaje a los Estados Unidos, casi con el exclusivo objeto de convencerse, por sus propios ojos, de lo fundadas que eran sus opiniones. A su regreso, comenzó inmediatamente la construcción de una «vía colectora» de 220.000 voltios, desde el Norte de Westfalia hasta Vorarlberg.

Para la realización técnica de sus planes quedaba la RWE supeditada, como es lógico, a las dos grandes Empresas electrotécnicas de Alemania.

Las demás no contaban con personal, con posibilidades de fabricación ni con capacidad financiera para tan arriesgado programa. Si había de vencerse la latente resistencia de ambas, era menester despertar en ellas la ambición técnica y jugar esta baza con las dos. La costumbre era tratar sin miramientos a sus proveedores, exigirles elevados requisitos técnicos, imponerles amplias garantías y concederles plazos de entrega muy cortos. Toda operación comercial de importancia de la RWE se convertía para los abastecedores en una cuestión de prestigio, con la cual tenían que contar en cierto modo. En Siemens surgían las lamentaciones después de todo pedido importante que se recibía de la RWE, pero las quejas eran todavía mayores con respecto a los que no se conseguían.

Además, la casa Siemens se había preocupado del efecto de corona, lo cual constituía el principal problema de la alta tensión en las líneas. Ya en el año 1919 solicitó Rüdenberg una patente sobre un conductor de gran diámetro, el cual se componía de un cable hueco, dotado de superficie lisa y compuesto por dos capas de alambres planos. El cuerpo hueco se sustentaba interiormente mediante una cinta de chapa, dispuesta de forma diametral y enrollada en hélice alrededor del eje del cable. Propuestas análogas las había anunciado ya Koepchen con sus amigos norteamericanos, razón por la cual se dirigió a Felten & Guilleaume, a la AEG y a la Siemens-Schuckertwerke con la pretensión de que construyeran unos modelos adecuados de cable hueco, de unos 42 mm. de diámetro exterior.

Mientras que Felten & Guilleaume y la AEG se ocupaban activamente en este problema, encontró Werner, director de la «Sección de Centrales» de la Siemens-Schuckertwerke, que, al regreso de unas largas vacaciones por enfermedad, muy pocas eran las novedades habidas en relación con este asunto en Siemens durante su obligada ausencia. Werner no era una personalidad brillante y de arrolladora simpatía, al estilo de Raps o de su colega Klingenberg de la AEG, fallecido en 1925. Mientras vivió éste, fué el indiscutido maestro de la construcción de fábricas de electricidad. Sus creaciones — en especial la Golpawerk, casi surgida de los lignitos de Alemania central durante la guerra — le habían conferido una incuestionable autoridad, y la gran central eléctrica para el abastecimiento de Berlín, concluída después de su fallecimiento, ostentaba en justicia su nombre. Contrariamente a esto, Werner no se había ocupado tanto en los problemas relativos a la producción de la energía como en los de su distribución. En su larga práctica había adquirido una certera intuición acerca de las posibilidades que se brindaban en este sector, pero también de los peligros que ello llevaba aparejado. Dada la situación creada por la forma de proceder de Koepchen, comprendió

entonces instintivamente que para su Empresa se jugaba una baza muy fuerte y que ya se había perdido mucho terreno en la competición. Casi con brutal energía intervino en aquellas huestes algo desmandadas, impuso el orden y las lanzó nuevamente al ataque. En el mínimo plazo de tiempo se hicieron los proyectos para la fabricación de un cable hueco según la patente de Rüdenberg, se laminaron y cablearon en la fábrica metalúrgica unos trozos de muestra, se creó un nuevo aislador suspendido, se ejercitó el programa de montaje, lográndose, por último, mediante estos intensos preparativos, que la RWE encomendase — en relación con la gran línea, que, desde la cuenca renana de lignitos, había de prolongarse hacia el Sur provisionalmente hasta el río Main — el pedido de un 30 por 100 a Felten & Guilleaume, de otro porcentaje igual a la AEG y del 40 por 100 a la Siemens-Schuckertwerke, prescribiendo a todos los proveedores el proyecto de Siemens. La línea funcionaría inicialmente con la tensión de 220.000 voltios, pero había de montarse en tal forma, que este valor se pudiera elevar más tarde a 380.000 voltios (cifra debida al producto de la tensión inicial y la $\sqrt{3}$, un factor numérico peculiar en el sistema de corriente trifásica). A ello se agregaron después los correspondientes aparatos de distribución, para los cuales hubieron de utilizarse, todavía en un principio, interruptores de aceite, esto es, antes de aparecer el interruptor de expansión. El hecho de que estos armatostes alcanzaran con sus terminales una altura superior a 6 metros, mostraba bien a las claras la imperiosa necesidad de buscar otras soluciones para el problema de la distribución. Representaban una tarea singularmente interesante los transformadores, cuya misión consistía en convertir la tensión de 220.000 voltios en otra de 100.000 voltios y los cuales, merced a la conmutación de los arrollamientos correspondientes a la tensión de baja, eran capaces de proporcionar tensiones todavía menores. La RWE tenía interés en que estos transformadores se construyeran de tal manera, que, una vez desmontados sus terminales, se los pudiera transportar por ferrocarril, a fin de lograr introducir cómodamente modificaciones en la red sujeta a una constante ampliación. Para ello se fijó con pernos en cada uno de los dos frentes del transformador, lleno con aceite, un brazo saliente en forma de viga puntiaguda de celosía, apoyándose los extremos de estos soportes en sendos vagones de ferrocarril, del modelo de ocho ejes, de manera que el transformador de 160 toneladas de peso y 60.000 KVA de potencia se balanceaba a poca altura sobre la vía y entre los dos vagones, lo cual permitía transportarlo con relativa facilidad. Catorce de estos transformadores había de suministrarlos simultáneamente la Siemens-Schuckertwerke. Como anunciaba con orgullo, se trataba del pedido más importante de transforma-

dores, tramitado hasta entonces en el mundo. Sin embargo, Werner tuvo la satisfacción de que su Firma participase con éxito, de acuerdo con su importancia, en la gran Empresa de Koepchen, la cual consistía en tender en uno y otro sentido, así como en distribuir a discreción, las fuerzas hidráulicas de Vorarlberg y Suiza y la energía térmica de los lignitos renanos juntamente con la hulla de Westfalia, mediante una línea de 800 kilómetros de longitud. Esta línea no tenía parangón en Europa, e incluso los norteamericanos hubieron de reconocer que con ella se había creado algo digno de respeto también para su modo de ver.

Si, en relación con el transporte de la energía eléctrica, se quiere considerar en competencia la línea aérea y el cable, hay que admitir que —al haberse llegado a estas elevadas tensiones— el cable había pasado, sin esperanza, a segundo plano. Durante la guerra, y como consecuencia de las deficientes masas de impregnación destinadas a los cables de corriente trifásica, nadie se había aventurado —según se ha expuesto— a rebasar las tensiones de 10.000 voltios. Una vez concluída la contienda se volvió provisionalmente a los antiguos límites, que suponían los 25 a 30.000 voltios, habiéndose experimentado después con tensiones más elevadas. Tropezaban con serias objeciones los proyectos relativos a cables para corriente trifásica y tensiones hasta de 66.000 voltios, como también presentó en instalaciones de prueba y recomendó, entre otras Empresas, la Siemens-Schuckertwerke.

La desconfianza que se manifestaba en la práctica, estaba justificada en el sentido de que los cables de alta tensión no podían parecer más inseguros. Podía ensayarse uno de estos cables con el doble de la tensión de servicio, podía tendérsele después y funcionar todo un año y más a plena tensión, para terminar por perforarse, sin que, en un principio, se conociera la causa de ello. Los detenidos ensayos, las mediciones exactas y las consideraciones formuladas matemáticamente con minuciosidad, que se llevaron a cabo sobre la naturaleza y el efecto del campo eléctrico entre los conductores de un cable, en todo lo cual participó con carácter destacado el laboratorio de la fábrica de cables, condujeron, por fin, a la conclusión de que el comportamiento del cable de alta tensión no constituía un problema de tensiones, sino térmico. Con ello queda expuesto que es el calor originado en un cable, es decir, sus efectos, lo que inutiliza a éste en poco tiempo.

Por de pronto, el calor es generado en todo conductor por el paso de la corriente. A él hay que añadir aquel calor que se produce por el campo eléctrico alternativo en el aislamiento, o sea la corriente de desplazamiento, que recibe el nombre de pérdidas dieléctricas. Del cable tendido en tierra, sólo con dificultad pueden irradiarse al exterior estas canti-

dades de calor. La dilatación de la substancia de impregnación —la cual, además, por muy esmerada que sea la fabricación, resulta imposible de distribuir de manera totalmente uniforme por el aislamiento— ensancha algo la funda de plomo, como consecuencia de la elevación de la temperatura, con lo que incluso pueden producirse finas grietas capilares, a través de las que, con el tiempo, se absorbe humedad. Al cortarse la corriente y producirse el consiguiente enfriamiento, no se vuelve a contraer la funda de plomo, que carece de elasticidad, originándose así, aparte de las cavidades existentes, otras pequeñas adicionales, las cuales eran muy temidas por los técnicos de la corriente de alta tensión, a causa de formarse óxidos azoicos bajo el efecto de los efluvios. Los gases nitrosos descomponen paulatinamente toda la masa de impregnación, se empobrece el aislamiento y, según las condiciones de servicio, es perforado, al cabo de más o menos tiempo, por la tensión eléctrica. Con las tensiones hasta de 35.000 voltios, los fenómenos enumerados sólo se manifestaban de manera tan poco acusada, que aparentemente no influían en forma notoria sobre la duración del cable. Sin embargo, por encima de dicha cifra se hacían perceptibles en proporción creciente, pareciendo que el sector de la verdadera alta tensión quedaba descartada para el cable de manera definitiva.

Por otra parte, las líneas aéreas de alta tensión originaban ciertos inconvenientes en las grandes urbes y en sus inmediaciones. Las líneas de alta tensión, tendidas con mástiles a través de tejados y de calles de intenso tráfico, producían cierta inquietud. Un aciago acaecimiento tal como, por ejemplo, un rayo destructor, podía tener graves consecuencias. Además, el creciente tráfico aéreo obligaba a situar los aeródromos en las inmediaciones de las grandes ciudades, suponiendo las líneas de alta tensión, en las cercanías de los mismos, un grave peligro para el despegue y aterrizaje de los aviones. En verdad que esta clase de líneas debería desaparecer en los alrededores de las urbes importantes.

Por iniciativa de Schrottke se proyectó en la fábrica de cables de la Siemens-Schuckertwerke —coincidiendo aproximadamente con los modelos norteamericanos, que, a su vez, se basaban en una propuesta de origen italiano— un tipo fundamentalmente nuevo de cable para alta tensión. Se comenzó por el modelo para un solo conductor. Tendiendo en la misma zanja tres cables de esta clase, se los podía utilizar entonces de igual forma que las tres fases de la línea aérea para conducir la corriente trifásica. El conductor estaba constituído, asimismo, por un cable hueco de menor diámetro —como es lógico— que el de la línea aérea, iba aislado con papel en la forma usual, se hallaba encerrado en una funda de plomo y después estaba armado con alambres de acero sobre un

relleno. Como substancia de impregnación se empleaba aceite flúido, del utilizado con destino a los transformadores, el cual se introducía por el conductor hueco, llenándose así la capa aislante que media entre él y la funda de plomo. Al calentarse el cable, se impulsaba algo de aceite a unos recipientes de dilatación, existentes en los extremos o en unos puntos intermedios. Por consiguiente, en el interior no se producía una apreciable alteración de la presión y, como es natural, tampoco se ensanchaba la funda de plomo ni se originaban huecos. El aceite llenaba invariablemente, con una presión uniforme, toda la capa de aislamiento. Ateniéndose a este modelo, tendió la Siemens-Schuckertwerke en el año 1928 y con destino a la gran central eléctrica Franken, un cable entre dos subestaciones de Nuremberg, mediante el cual había de empalmarse la red de la ciudad con la Bayernwerk. El éxito logrado infundió ánimos para proseguir la evolución de este procedimiento. No tardaron en crearse, según el mismo sistema, cables triples, tal como se habían utilizado normalmente hasta entonces para las instalaciones de corriente trifásica, empleándose en adelante con toda clase de tensiones superiores a los 35.000 voltios. También se los tendió subacuáticamente, como se dió el caso en 1932 con ocasión de un suministro para la fábrica de electricidad de Zurich, en que hubo de atravesarse una parte del lago de la ciudad. Especialmente se mostraron muy interesados en esta innovación los consumidores extranjeros y, como la mayoría de las fábricas de cables de los demás países de Europa no se atrevían en un principio a encargarse de la difícil construcción y del complicado tendido de los cables de aceite, resultó de todo ello un negocio bien remunerador. De esta forma, Siemens-Schuckertwerke obtuvo en el año 1931 — juntamente con la fábrica de cables Pirelli, de Milán — el pedido relativo a una transmisión de energía eléctrica, de 54 kilómetros de longitud, desde Buenos Aires hasta La Plata, con destino a la cual, las dos copartícipes habían de suministrar, en total, 216 kilómetros de cable sencillo de aceite para una tensión de 66.000 voltios. Por diversos motivos, tales operaciones comerciales suponían, en cuanto afecta a la economía alemana, un considerable renglón del Activo.

En los casos en que, aparte de la corriente trifásica de incesante expansión, se utilizaba todavía la corriente continua, se la generaba en convertidores, cuyos modelos más generalizados se han descrito ya. Pero también en este sector de la electrotecnia se manifestaban los nuevos descubrimientos, logrados, entretanto, acerca de los procesos desarrollados en las llamadas descargas a través de un gas.

Durante el año 1892, es decir, mucho antes de que se pensase en las válvulas electrónicas y similares, dió a conocer el físico berlinés L.

Arons los resultados sobre los experimentos hechos acerca de un arco voltaico con cátodo de mercurio. En una válvula de vidrio con dos entradas para la corriente y en la cual se había hecho el vacío, se encontraba una pequeña cantidad de mercurio, cubriendo una de las entradas metálicas, que hacía las veces de cátodo. Al aplicarse una tensión de corriente continua del valor adecuado e inclinar la válvula hasta que el mercurio estableciese una comunicación conductora entre ambos electrodos, se producía — cuando se volvía a enderezar la referida válvula y se originaba la ruptura del hilo de mercurio existente entre el ánodo y el cátodo — un arco voltaico, similar al obtenido en el caso de separar entre sí los dos carbones de una lámpara de arco. El mercurio vaporizado como consecuencia del calor producido por el arco ocupaba, en forma de gas, la trayectoria de la corriente y proporcionaba, después de tropezar con los electrones, los requeridos iones a modo de carga positiva. En las zonas más frías de la lámpara se condensaba nuevamente el vapor en gotas y volvía a acumularse en el cátodo. Esta lámpara de vapor de mercurio, como Arons dió en llamarla, producía una luz verde amarillenta, desagradable a la vista, con la cual se alteraban todos los colores y las personas parecían cadáveres. Por esta causa, no podía utilizársela para fines de iluminación. Sin embargo, esta luz era rica en irradiaciones fuera del espectro visible y resultaba altamente interesante para el físico y el médico. Arons no solicitó patente alguna respecto a su descubrimiento y, por dicha razón, unos doce años más tarde se apropió de esta invención la Firma Heraeus, de Hanau, la cual contaba con peculiares experiencias acerca de la fusión del cuarzo, y substituyó la válvula de vidrio por un recipiente de diáfano cuarzo fundido. Este último era capaz de soportar una presión interior más elevada que la válvula de vidrio, lo cual permitía aumentar la presión del vapor de mercurio, aguantaba temperaturas mucho más altas y resultaba permeable con respecto a los invisibles rayos térmicos de onda larga. Como consecuencia de todo ello, esta «lámpara de cuarzo» se empleó profusamente para fines terapéuticos.

La lámpara de arco con carbones puede hacerse funcionar también con corriente alterna, mientras que la lámpara de vapor de mercurio sólo luce con corriente continua, es decir, cuando el mercurio hace las veces de cátodo. Se debe esto a que, con la corriente alterna, se da dos veces el caso, durante cada período, de que la corriente cambie su sentido y de que sea igual a cero en el curso de un breve lapso de tiempo. Con ello se extingue también el arco voltaico y ha de volverse a establecer. Esta posibilidad existe cuando el electrodo, que antes era ánodo y ha de convertirse a continuación en cátodo, se halle al rojo, o sea emitiendo

electrones. En el caso de no ocurrir así, no se produce corriente alguna en el semiperíodo siguiente, y en el que le sucede, cuando el mercurio ha de hacer nuevamente las veces de cátodo, se ha enfriado éste hasta tal extremo, como consecuencia de su elevada conductibilidad térmica, que no emite ya electrones de ninguna clase y no luce.

Tampoco Cooper Hewitt, ingeniero norteamericano muy capacitado, quien durante el año 1902 se ocupara experimentalmente de la lámpara de cuarzo, consiguió, a pesar de todos sus esfuerzos, dominar este inconveniente. Dicha lámpara se empeñaba en repudiar la corriente alterna. Esto era verdaderamente enojoso, pues la corriente alterna empezaba a convertirse en la modalidad imperante de la energía eléctrica y ello limitaba de manera muy considerable las posibilidades de utilizar la mencionada lámpara.

Por último, se le ocurrió a Hewitt la idea de equipar la lámpara con dos ánodos, en lugar de uno solo. En el arrollamiento secundario del transformador, que se hacía imprescindible cuando se empleaba corriente alterna, a fin de producir una tensión adecuada a la lámpara, dispuso una toma central y empalmó este punto C con el cátodo, uniendo, asimismo, ambos extremos exteriores A y B del arrollamiento a los dos ánodos. De esta forma creó dos circuitos independientes que poseían común una parte, es decir, la conexión desde la toma central C hasta el cátodo. Si en el arrollamiento secundario del transformador circulaba la corriente desde A hasta B, se utilizaba la sección CB de dicho arrollamiento, actuando el ánodo conectado a B, mientras que el otro permanecía en reposo. Al circular durante el período siguiente, en la dirección desde B hasta A, intervenía la otra mitad del arrollamiento del transformador, con el ánodo conectado a A. Por consiguiente, en todo momento partía del arrollamiento la corriente desde uno de los extremos A o B y siempre retornaba por C al mismo. Dado que C se hallaba conectado al electrodo recubierto con mercurio, dicho electrodo representaba invariablemente el punto de partida de la corriente en la lámpara o en el cátodo. En este caso también lucía la lámpara con corriente alterna.

Al estudiar Cooper Hewitt con más detenimiento la circulación de la corriente por la sección de empalme entre el cátodo y la toma central C del arrollamiento, comprobó que por dicha sección circulaba también, sin duda alguna, una corriente alterna, pero de una índole tal, que sólo cambiaba su intensidad, mas no así su dirección. Por tanto, si en esta conexión entre el cátodo y el punto C se intercalaba un elemento consumidor de energía, como, por ejemplo, un acumulador en carga, podía conseguirse que el mencionado acumulador absorbiese la mayor parte

de la energía total, mientras que la lámpara sólo consumía ya una minúscula cantidad de ella, actuando entonces únicamente en forma de elemento distribuidor, similar al inversor de corriente. Lo mismo que en todo elemento distribuidor, también en ella se movía algo, o sea en este caso, el arco voltaico, cuyo punto de apoyo — al igual que el punto de rotación de una palanca conmutadora — quedaba unido el cátodo, mientras que el otro extremo saltaba de un ánodo a otro, con el ritmo de la corriente alterna. El efecto luminoso de la lámpara había pasado a segundo término, siendo su misión la de invertir la corriente. Por esta razón, Hewitt le dió el nombre de «rectifier» o «rectificadora». Con ello había logrado un invento de gran trascendencia, para el cual solicitó en seguida la correspondiente patente, incluso en Alemania.

El siguiente paso por este camino emprendido consistió en emplear corriente trifásica en lugar de la corriente alterna sencilla. Para ello hacían falta tres ánodos, los cuales se empalmaban a las tres salidas del sistema de corriente trifásica, mientras que el cátodo se conectaba al punto central de la estrella. Con ello se daba un paso hacia el efecto del colector múltiple de la máquina de Pacinotti, en la cual se superponen las semiondas de las distintas corrientes, y la corriente rectificada obtenida se compone de una corriente continua fundamental con una corriente alterna sobrepuesta. Merced al apropiado montaje del transformador se consiguió posteriormente convertir la corriente trifásica en hexafásica y dotar al rectificador de seis ánodos. Mediante esta solución y el recurso de agregar unas bobinas de autoinducción, que todavía aplanaron más la corriente residual, se logró obtener, finalmente, una corriente continua que no se diferenciaba ya en nada de la generada por medio de las máquinas dinamoeléctricas.

Sin embargo, antes de que se hubiera alcanzado este grado de perfeccionamiento, se discutieron ampliamente entre los técnicos electricistas las posibilidades de aplicación que brindaba este nuevo montaje. En un principio se dependía del vidrio como material para el recipiente del rectificador, pues, como muy pronto pudo comprobarse, para obtener un impecable funcionamiento, era menester que la cámara de descarga estuviera absolutamente exenta de aire, lo cual por aquella época se creía imposible lograr, si no era empleando vidrio. El recipiente en forma de ampolla, con la punta vuelta hacia abajo, llevaba en su punto más bajo el cátodo de mercurio. Por encima asomaban del cuerpo principal, en forma de radios, unos amplios tubos, en cuyos extremos pasaban, a través del vidrio, los ánodos. Con esta distribución quedaba reducida al mínimo la posibilidad de las salpicaduras por efecto del arco voltaico que rascaba por la superficie de mercurio del cátodo. En el

abombamiento situado encima, que había de conservarse frío, se condensaba de nuevo el mercurio y volvía a escurrir hasta el cátodo. Ahora bien; como es sabido, el técnico electricista — al menos el que se ocupaba de la corriente de alta tensión — procedía de la fabricación de maquinaria, y, en su calidad de experto constructor de máquinas, consideraba esta frágil creación, producida por los sopladores de vidrio, con una mezcla de escepticismo y desprecio. Era un aparato para los laboratorios de física, pero no una creación técnica. Para determinados fines, como, por ejemplo, cargar acumuladores, podían utilizarse con carácter experimental tales aparatos eléctricos, ya que la intensidad de su corriente continua apenas excedía de 10 a 20 amperios. Pero cuando cualquier optimista hablaba de construirlos para mayores intensidades de corriente y alimentar con ellos los tranvías, evidentemente no se trataba más que de pura fantasía. Estas opiniones podían escucharse, sobre todo, en la Siemens-Schuckertwerke.

Béla Schaefer, joven ingeniero de procedencia húngara, que trabajaba en Alemania y quien se había dedicado durante algún tiempo a hacer experimentos con los rectificadores, concibió en 1909 la idea de reemplazar el delicado recipiente de vidrio, difícil de fabricar cuando se trataba de elevadas potencias, por otro análogo de hierro. El hierro es el único metal común que no ataca (amalgama) al mercurio. Como un tal recipiente había de componerse, cuando menos, de dos piezas, la dificultad principal consistía en crear una junta adecuada en la unión, con respecto a lo cual sólo se halló una solución aceptable tras no poco trabajo. También ofreció serias dificultades la cuestión de obtener un paso aislante para los conductores de los ánodos a través de la cubierta metálica. Dado que de la mayoría de los metales, en especial del hierro, se desprenden, al vacío, gases cuando se eleva la temperatura, se puso de manifiesto, además, la necesidad de mantener continuamente en funcionamiento una de las nuevas bombas de máximo rendimiento, con el fin de conservar siempre en la cámara el alto grado de vacío requerido. Schaefer actuaba con el apoyo de Hartmann-Kempf, copropietario de la Firma Hartmann & Braun, de Francfort del Main. A finales de 1911 construyó el primer rectificador de vapor de mercurio con recipiente metálico, destinado a una fundición de hierro, enclavada en Rödelheim, cerca de Francfort del Main. Este aparato suministraba, por el lado de corriente continua y a la tensión de 240 voltios, una potencia de alrededor de 80 Kw., demostrando gran utilidad, si bien, como es lógico, hubiera de superar algunas deficiencias, propias de su estado incipiente. Su inventor había solicitado varias patentes importantes con respecto a sus soluciones, lo cual, juntamente con la idea evolutiva que represen-

taban, causaron en la Oficina de Patentes del Reich tal impresión, que ésta le confirió también, previa la oportuna petición, una licencia forzosa sobre la patente alemana de Cooper-Hewitt, sin la que indudablemente resultaba imposible explotar nada de los trabajos llevados a cabo por él.

En el fondo, mediante la actividad inventora de Schaefer, no menos asidua que ingeniosa, se había resuelto fundamentalmente el problema relativo al rectificador de caja metálica, o sea del «gran rectificador», como más tarde se dió en llamarlo. No tardaron en aparecer por Rödelheim personas interesadas, procedentes de diversos sectores, con el fin de contemplar el nuevo invento, entre las cuales se contaban representantes de la AEG y de Brown, Boveri & Cie. Sin embargo, como la propia Empresa Hartmann & Braun hubiera llegado a la conclusión de que las ulteriores actividades en este sector de trabajo la apartarían considerablemente de su verdadero cometido, o sea la fabricación de instrumentos de medida, concedió la primacía a las otras dos Empresas interesadas en este invento, no transcurriendo mucho tiempo hasta que la Brown, Boveri & Cie. estableciera serias negociaciones con Schaefer. También la AEG expuso sus deseos relativos a obtener las correspondientes licencias. Por el contrario, Roberto Friese, director de la factoría de Charlottenburgo — perteneciente a la Casa Siemens — mantuvo su actitud de reserva en este terreno.

Poco antes de estos acontecimientos, a finales de enero de 1912, había respondido a preguntas de Carlos Federico v. Siemens, entonces presidente de la Junta Directiva, que no se interesaba lo más mínimo por dicha cuestión. En 1908, Feuerlein había traído de los Estados Unidos un rectificador de vidrio, el cual había sido ensayado a fondo en Charlottenburgo. El aparato — más complicado y de dimensiones mucho mayores — de Bela Schaefer, no brindaba nada fundamentalmente nuevo, pero, en cambio, ofrecía desventajas bastante más grandes. En Norteamérica tampoco lograba importantes progresos este asunto. «No ha llegado a conocimiento mío que en América, en donde precisamente se utilizan enormes cantidades de dinamotores, se haya tratado de reemplazarlos o, al menos, de desplazarlos por el rectificador de mercurio».

Sin embargo, ya antes de conocerse los trabajos de Bela Schaefer habían acogido con gran empeño las otras dos Empresas importantes la tarea de convertir la invención de Cooper-Hewitt en un aparato técnico de seguro funcionamiento. Especialmente Brown, Boveri & Cie. había desplegado mucha iniciativa y una gran actividad. Pronto se demostró que el rectificador, en comparación con los convertidores usuales — los dinamotores y los grupos de motor y generador — resul-

taba tanto más ventajoso, en lo que se refiere al rendimiento, cuanto más elevada era la tensión de la corriente continua que había de proporcionar, toda vez que sus pérdidas se deben a la caída de tensión del arco voltaico, las cuales adoptan un valor bastante uniforme. En particular, las altas tensiones de corriente continua, como eran regla general en el servicio de tranvías, constituían su más favorable sector de aplicación. A esto venía a agregarse la carencia de partes móviles, lo que suponía mínimos requisitos en cuanto a cuidados y entretenimiento. No se tardó en fabricar rectificadores hasta de 500 amperios, lo cual, a una tensión de 600 voltios, significaba una potencia de conversión de 300 Kw., mientras que el rectificador con recipiente metálico se construyó pronto para potencias de 1.000 Kw. y más.

Hasta llegarse a tal estado de cosas se había reconocido en la Siemens-Schuckertwerke que la posición adoptada por la Empresa, en contra del rectificador de vapor de mercurio, constituyó un error difícil de remediar. Se había desperdiciado la ocasión de tomar parte en una evolución muy prometedora para el futuro, concediéndose a la competencia una ventaja de alrededor de seis años, pues la patente de Cooper-Hewitt sólo prescribía a principios de 1918. Por esta razón, a poco de iniciarse la conflagración se encargó a la fábrica de dínamos que se ocupase de la cuestión relativa a los rectificadores, dedicándose Gualterio Reichel a recuperar, con la energía que le caracterizaba, el terreno perdido. Se comenzó por crear las necesarias construcciones y realizar modelos experimentales, los cuales se ensayaron en la propia factoría, no dejando de surgir también con ellos algunas sorpresas. El colaborador más eficaz de Reichel en este negocio era Max Schenkel, todo un erudito sencillo y sosegado, pero cerebro de máxima capacidad, dotado del don de orientarse rápidamente en nuevos mundos de ideas, hasta entonces extraños a él. Se había ocupado anteriormente con gran habilidad en los complejos fenómenos de las máquinas de corriente alterna con colector, en especial de los motores para ferrocarriles, abordando en este caso la nueva tarea con toda decisión. Al cabo de pocos años se había recuperado la ventaja de las demás Empresas y los trabajos aparecidos en las «Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus den Siemens-Werken» («Publicaciones Científicas de las Factorías Siemens») demostraban que también en este sector de la ciencia se había restaurado la fama de la Casa.

Acerca del futuro volumen del negocio en cuanto a los rectificadores, se creía en Siemens que no debían abrigarse muchas ilusiones, pues parecía como si la corriente continua tuviera contados sus días. Como indiscutibles dominios suyos podían considerarse todavía los tranvías, los ferrocarriles urbanos y los de cercanías, así como los ferrocarriles indus-

triales y los mineros. Tampoco tenía precio para ciertos procesos electroquímicos y resultaba ventajosa con destino a la soldadura por arco voltaico. Además, existían determinadas redes públicas y privadas que todavía no se habían transformado en corriente trifásica; sin embargo, que tal transformación no tenía más remedio que llegar, era algo sobre lo que no cabía la menor duda. Con la ulterior expansión de la corriente trifásica, por una parte, y la creciente aplicación del accionamiento independiente de las máquinas operadoras, por otra, surgía nuevamente la cuestión relativa a una variación rentable del régimen de revoluciones para el motor alimentado desde una red de corriente trifásica.

Ya se ha expuesto qué posibilidades se habían desarrollado para solucionar este problema en los motores grandes. Pero cuanto más se desplazaba en un determinado centro industrial el motor eléctrico de los ramales principales de la distribución hacia las últimas derivaciones, al ser los motores más pequeños y, en cambio, incrementarse el número de los de modelo mediano y pequeño, tanto mayor era la demanda de un motor de corriente trifásica, cuyo régimen de revoluciones pudiera regularse como el de un motor de corriente continua, sin necesidad de montar una complicada maquinaria adicional ni desperdiciar, o convertir en inútil y molesto calor mediante resistencias, una considerable parte de la energía eléctrica consumida.

La solución de este problema se halló en los motores de corriente alterna con colectores, desarrollados entretanto. Ya en el transcurso del año 1895 solicitó Siemens & Halske una patente alemana, basada en una invención de Görges. Éste propuso equipar al rotor de un motor usual de corriente trifásica con un colector y unas escobillas, en lugar de utilizar tres anillos, y conectar en serie el estator y el rotor a través de las referidas escobillas. Entonces quedó demostrado que el motor poseía las características básicas del modelo de excitación en serie para corriente continua, tal como se le utilizaba generalmente en los tranvías y en los aparatos elevadores. En esta clase de motor disminuye sensiblemente el número de revoluciones, al aumentar el momento de torsión. En sí, no hubiera supuesto regulación alguna, pues ésta consiste en poder variar discrecionalmente el número de revoluciones, manteniéndose constante la carga. Sin embargo, se consiguió ello mediante el recurso de desplazar, de la llamada posición de cero, las escobillas, con lo cual se alteró la distribución de la corriente en el rotor. A cada posición de las escobillas correspondía entonces, con un cierto momento de torsión, un determinado número de revoluciones.

Como ocurrió tantas otras veces, el invento se anticipó al grado gene-

ral de perfección, alcanzado por la técnica. Aparte de otras deficiencias, sólo podía alimentarse el motor con pequeñas tensiones de, a lo sumo, 100 voltios, pues, de lo contrario, no había forma de dominar el chisporroteo producido en las escobillas. Además, los cerebros estaban entonces tan ofuscados por la simplicidad del motor trifásico, que se rechazaba de un modo sistemático el colector, la pieza más sensible de la máquina de corriente continua, la cual se pensaba desterrar precisamente. Así, no es de extrañar que prescribiera la patente.

Cuando poco después de comenzar el nuevo siglo se planteó seriamente la idea relativa a los tranvías alimentados con corriente alterna monofásica, se recordó un motor para esta clase de corriente que propuso en 1886 Elihu Thomson, motor que se caracterizaba por una construcción extraordinariamente sencilla. El estator iba conectado a la red en la forma usual, mientras que el rotor poseía un colector con escobillas desplazables, las cuales se hallaban empalmadas entre sí mediante un conductor, es decir, cortocircuitadas. La corriente generada en el rotor era susceptible de variarse dentro de ciertos límites y modificar con ello la velocidad, desplazando las escobillas. Esta antigua idea, que en la época de su aparición apenas fué utilizada, la perfeccionó Déri, para lo cual duplicó las escobillas. De uno de tales pares de escobillas se hallaba fija una de ellas, mientras que la segunda podía moverse con respecto a la primera. Para los vehículos, el «motor Déri» no resultaba muy apropiado en razón de necesitar un acoplamiento mecánico entre él y el puesto del conductor. Por el contrario, Brown, Boveri & Cie. lo introdujo con gran éxito en la industria, constituyendo precisamente su primera aplicación el accionamiento de la hiladora anular, cuyo rendimiento de producción puede elevarse en considerables proporciones mediante el empleo de una velocidad de trabajo, que se atenga a variaciones regulares. Suponía un cierto inconveniente del motor monofásico la única circunstancia de que consumiera la energía exclusivamente de una fase de la instalación de corriente trifásica, es decir, que la sometía a una carga desigual, desventaja ésta que se manifestaba en mayor grado en el caso de potencias elevadas.

De esta forma se orientaron de nuevo las ideas hacia un motor de corriente trifásica, y en 1908 volvió Rüdenberg al viejo invento de su predecesor Görges, una vez que, merced a los distintos motores monofásicos de colector y a los transformadores de frecuencia, se llegó a dominar los complicados procesos de la conmutación en los motores de corriente alterna. Juntamente con Schenkel creó — intercalando un pequeño transformador entre el estator y las escobillas del colector, a fin de reducir la tensión — un motor de excitación en serie para corriente

trifásica, el cual ciertamente resultaba más caro que el motor trifásico usual, pero que resolvía de acertadísima manera el problema de la regulación, siempre que pudiera utilizarse la característica de la excitación en serie, es decir, la caída del número de revoluciones al aumentar la carga. En los casos en que no ocurría así, cuando se querían obtener regímenes de rotación discrecionalmente regulables, los cuales no variaran de forma apreciable al elevarse la carga, se requería un motor con características de excitación en paralelo. Respecto a este modelo habían hallado conjuntamente en 1910 una solución Winter, Eichberg y Latour, según la cual tanto el estator como el rotor, dotado de colector, se alimentaban con la red. Entre el rotor y la red iba montado un transformador escalonado, mediante el cual podía variarse la tensión y, con ella, el número de revoluciones. Todavía más ingeniosa era la solución anunciada al año siguiente en Estocolmo por H. K. Schrage, con arreglo a la cual se invertía el montaje utilizado en los motores asincrónicos corrientes. El rotor se alimenta desde la red a través de sus anillos colectores, mientras que el arrollamiento del estator puede imaginarse como si realmente estuviera cortocircuitado. Sin embargo, recibe todavía una tensión adicional variable, suficiente para alterar el régimen de rotación y la cual se deriva del colector del rotor por medio de dos escobillas recíprocamente ajustables. Con independencia de Schrage, llegaron también a esta solución Rüdenberg y Buff en la Siemens-Schuckertwerke, implantándola ampliamente en la Industria después de la guerra.

Con los motores de colector para corriente trifásica, que al principio se construyeron en grandes cantidades en Alemania, conquistó la electrotecnia — en este caso bajo la indiscutible dirección de la Siemens-Schuckertwerke — los últimos baluartes que todavía se habían opuesto a ella en lo que se refiere a los accionamientos, especialmente de las industrias ligeras. Los Estados Unidos no tardaron en seguir el ejemplo de Alemania, mientras que en los países industriales de Europa, quizá a excepción de Suiza, la Industria nacional fué incapaz de atender la demanda de los motores de nuevo modelo, protegidos por las consiguientes patentes, razón por la cual se ofrecieron a la economía alemana posibilidades de exportación nada despreciables por cierto.

También el motor «usual» de corriente trifásica, el cual, pese a los ya citados motores regulables de colector, seguía representando, con mucho, la forma más difundida de máquina eléctrica de accionamiento, experimentó en aquella época — por iniciativa de la Siemens-Schuckertwerke — un importante perfeccionamiento. La necesidad de hacerlo arrancar por medio de unas resistencias especiales, las cuales se desconectaban, una vez que el motor había adquirido el pleno régimen de rotación, resultaba

particularmente engorrosa en determinadas aplicaciones, sobre todo en aquellos casos en que existía la posibilidad de que se formasen gases explosivos, los cuales podían inflamarse por efecto de las chispas originadas en los anillos colectores y en los contactos del dispositivo de arranque. Rüdenberg dió a conocer en 1919 un procedimiento, según el cual el arrollamiento del rotor podía montarse, también en el caso de los motores de gran tamaño, en la llamada forma de cortocircuito, es decir, sin anillos colectores ni resistencias de arranque. Como se recordará, esto se había hecho ya desde un principio cuando se trataba de motores pequeños, mientras que en el caso de los motores grandes lo impedía el fuerte impulso de corriente, que se producía al conectar el motor, y el pequeño momento de torsión, alcanzado durante el arranque. Este inventor demostró entonces cómo, mediante estrechas y profundas ranuras así como una configuración especial de los conductores insertados en las mismas, se producía en estos últimos, al arrancar — cuando la frecuencia de la corriente del rotor era todavía lo suficientemente elevada — una resistencia adicional que podía reemplazar, por consiguiente, a la resistencia de arranque, originada por separado. Al aumentar el número de revoluciones del rotor y disminuir la frecuencia en el mismo, desaparece dicha resistencia. Lo que antes había de conseguirse por medio de una conmutación fuera del motor, se realizaba automáticamente en el interior de éste y por procedimiento puramente eléctrico.

La creación de motores eléctricos de nuevas formas, a lo cual contribuyeron también la configuración y adaptación de su parte mecánica a las diversas condiciones de servicio, no hubiera bastado por sí sola para explicar la ingente conmoción producida durante el tiempo transcurrido entre ambas guerras, debido al ininterrumpido avance del accionamiento eléctrico en la producción de la economía universal en el campo de la Industria. A esto se agregó otra circunstancia: la consciente y sistemática aspiración de la electrotecnia a llevar hasta los últimos rincones del proceso productor el punto inicial del accionamiento eléctrico. Para ilustrar esto, es suficiente aducir un solo ejemplo. En otros tiempos, el centro de una fábrica combinada de hilados y tejidos de algodón lo ocupaba invariablemente una gran máquina de vapor, desde cuyo volante se hacían funcionar los distintos cables, sobre ejes principales de transmisión, para accionar las diversas secciones de la instalación, desde las cuales se movían, a su vez, otros grupos menores, pasando, finalmente, desde éstos a las máquinas, las cuales todavía hacían actuar, por regla general, sus múltiples elementos mediante accionamientos de correas y cuerdas. Por el contrario, el técnico electricista introdujo ya en su primer proyecto el motor, por ejemplo, en la nave de hilados. Al

siguiente envite se distribuyó ésta en grupos, cada uno de los cuales fué equipado con el correspondiente motor y, por fin, toda hiladora anular poseía su propio motor de accionamiento.

Provisionalmente bastaba con esto, pues, si cada uno de los 400—500 husos de una hiladora anular había de accionarse mediante un motor minúsculo, hubiera ello supuesto un desembolso que no habría guardado relación con el resultado obtenido. Distintas a los hilados finos del algodón eran las condiciones que regían en los de fibras de líber (lino, yute y cáñamo). En este caso era menester hilar todavía con la aleta, del mismo modo que antaño se hacía en el torno de hilar de la bisabuela, por lo que el accionamiento eléctrico independiente de cada aleta era cosa que merecía la pena estudiarlo detenidamente. Como es lógico, cuando un emprendedor especialista en el ramo textil estableció contacto con la Siemens-Schuckertwerke para desarrollar el accionamiento independiente de la aleta de hilar, surgiendo de estas gestiones minúsculos motores de una potencia de 175 vatios aproximadamente, los cuales funcionaban a 5.000 — 6.000 revoluciones por minuto, la primera reacción experimentada en la industria textil, fué un movimiento de desaprobación, hasta que la marcha triunfal de la nueva instalación echó por tierra todos los reparos que anteriormente se habían puesto a ello.

Lo que convenció a los técnicos, refractarios en un principio, era la evidencia de que, en este caso, no se trataba tanto de un problema de explotación como de producción. La cantidad del producto final era mayor, y la calidad, mejor, debido a que la adaptación individual del accionamiento al último proceso sencillo permitía proporcionar a éste las condiciones óptimas de trabajo. Pero no fué exclusivamente en la industria textil, con sus múltiples ramificaciones, sino también en la fabricación de papel, imprenta, industria de productos alimenticios, elaboración de madera, en la infinita variedad de máquinas herramientas, como también en la industria química y no menos en las consagradas a la producción y a la elaboración del hierro. Por doquier brindaba nuevas posibilidades el accionamiento eléctrico independiente, tan distinto a lo conocido hasta entonces, con lo cual vino a transformar fundamentalmente la producción industrial.

Como es lógico, esto no hubiera sido factible en lo que se refiere a la forma rápida y radical, si en la electrotecnia — y en ella, sobre todo, en la casa Siemens — no se hubiera contado con un plantel de ingenieros, los cuales se hallaban en condiciones de dominar no sólo la parte electrotécnica de la tarea, sino también de identificarse con los problemas tecnológicos, inherentes al servicio de la clientela. En este aspecto se acreditó en la Siemens-Schuckertwerke la distribución de la «Sección de

Industria», enormemente ampliada, con arreglo a los diversos grupos especializados. Las personas como Guillermo Stiel, quien se dedicó especialmente a la industria textil y papelera, así como a la de artes gráficas — un cerebro científico que había estudiado las condiciones tecnológicas de la respectiva industria, con mayor detenimiento que muchos de los que en tales especialidades se tenían por «técnicos en la materia» — y otros más, contribuyeron en gran escala a que, dentro de la electrotecnia europea, la Siemens-Schuckertwerke ostentara la indiscutible primacía en esta clase de evolución.

Es evidente que la resistencia más tenaz en contra de la implantación de la electrotecnia la ofreció, en un determinado punto de su explotación, la minería del carbón, destacándose nuevamente en Alemania la Renano-westfaliana. No hemos de referirnos a las instalaciones a cielo abierto. El hecho de que la preparación mediante tamices, lavaderos y dispositivos transportadores se hiciera invariablemente con accionamiento eléctrico, no podía ser más natural. Otro tanto regía con respecto a las fábricas de briquetas y de coque con sus explotaciones secundarias. También en el subsuelo había hecho su aparición la electrotecnia. En la última década del siglo XIX se fué imponiendo el achique de aguas mediante accionamiento eléctrico, y después de la guerra no existían ya bombas de esta clase que no estuvieran movidas por el correspondiente motor eléctrico. La maquinaria eléctrica para la extracción por el pozo principal fué imponiéndose paso a paso frente a las máquinas de vapor, y también los tornos — originalmente movidos por aire comprimido — de los pozos ciegos se entregaron al accionamiento eléctrico. De la misma forma, las locomotoras de minas, utilizadas en gran número y movidas con gasolina o aire comprimido, se reemplazaron por otras de modelo eléctrico, en tanto lo permitió el riesgo a la explosión de grisú. Sin embargo, cuando el técnico electricista llegaba, en su marcha a través de las instalaciones de la mina, al verdadero núcleo de la explotación, en donde se obtenía el carbón, quedaba detenido ante una muralla. Si se piensa que en una mina importante trabajan en cada turno alrededor de mil hombres y más, que su labor es penosa y no exenta de peligro, por cuya razón exigiría una iluminación muy buena, no deja de causar asombro el hecho de que, hasta mediados del decenio comprendido entre los años 1920 y 1930, haya constituído la única fuente luminosa en las profundidades de la mina la lámpara de seguridad de Davy, es decir, una lamparilla de aceite, de una potencia lumínica de alrededor de una bujía Hefner. La idea lógica de iluminar eléctricamente la entibación tropezaba con el peligro del gas grisú, el cual es naturalmente, en las zonas donde se arranca el carbón, mucho mayor que en cualquier otra

parte. La ampolla de vidrio de la lámpara incandescente podía romperse, y no hay duda de que en seguida se quemaría el filamento de la bombilla, pero ello podría bastar, en condiciones desfavorables, para iniciar el incendio. Al quitar de la rosca del portalámparas una bombilla, con el fin de substituirla por otra, la pequeña chispa producida puede ser suficiente para iniciar la catástrofe, lo mismo que si se corta una línea, salta un fusible o se produce en cualquier lugar un cortocircuito. Los organismos de inspección de minas, tan rigurosos en Alemania, desesperaban frecuentemente a los técnicos electricistas con sus inacabables «pegas». Ante tal situación, también las Direcciones de explotación temían las dificultades e imposiciones anejas a las concesiones, optando por dejar las cosas tal y como estaban. Con destino a los accionamientos mecánicos de la explotación, es decir, la ventilación especial, las máquinas de rozar y de arrancar el carbón, así como los planos inclinados vibratorios y las cintas transportadoras que discurrían por frente de la galería, se disponía ya de la red de aire comprimido, que, por regla general, resultaba mucho más grata al minero que el cable eléctrico. Además de esto, paulatinamente se fueron reemplazando las lámparas portátiles de gasolina, de modelo Davy, utilizadas hasta entonces, por las lámparas de acumulador, también de tipo portátil, de rendimiento considerablemente mayor. En tales circunstancias no se adelantaba un paso en el servicio eléctrico con respecto a la minería del carbón.

En la Siemens-Schuckertwerke existía — encuadrado en la «Sección de Industria» — un grupo de trabajo para minería, bajo la dirección de Guillermo Philippi, quién había trillado esta especialidad en el transcurso de decenas de años de labor, era considerado como una autoridad en el extranjero e incluso editaba la revista «Elektrizität im Bergbau» («La Electricidad en la Minería»), en la cual publicaba sus experiencias y las de otras personas. Sin embargo, en lo que se refiere a popularizar, la electricidad en las galerías de las minas, no consiguió, al principio, resolver la cuestión. No quedaba otro remedio que — a fuerza de años de tenaces y pacientes trabajos — fabricar provisionalmente elementos componentes, tales como soportes para lámparas incandescentes, cajas de protección, cables de goma, enchufes, interruptores, fusibles, motores y transformadores, en los que se tuvieran en cuenta todos los reparos, objeciones y prescripciones de los Organismos de inspección y de los propios interesados, para después instalarlos a título experimental en el curso de algunas demostraciones «in situ». Si en Siemens no se hubiera contado con varios ingenieros oriundos de la minería, que sólo con posterioridad optaron por la electrotecnia, personas éstas que habían cre-

cido en el ambiente de las minas de carbón y que se expresaban en la «jerga» del minero, jamás se hubiera dado cima a esta tarea. Por este procedimiento se consiguió, en un principio, convencer a una u otra Administración minera para realizar una prueba en amplia escala y persuadirlas de que, mediante la mejor iluminación, disminuía el peligro de accidente, se aumentaba el rendimiento y se reducía el contenido de escombro del carbón. Así se logró, finalmente, libre acceso al accionamiento eléctrico en las galerías, y la Siemens-Schuckertwerke pudo recoger los frutos de sus pacientes trabajos previos, prolongados durante tantos años. Su principal colaborador en esta rama del negocio, Bohnhoff — más tarde sucesor de Philippi — desapareció en Rusia después de la segunda Guerra Mundial.

Estas y otras innovaciones sólo constituyen ejemplos de un elevado número de trabajos evolutivos de toda índole. Algunos de estos detalles pueden parecer al profano, cuando se le tratan de explicar, de escasa trascendencia, pero, en conjunto, forman imponente la cuña que, año tras año, la electrotecnia fué hincando, cada vez a mayor profundidad, en la estructura de la economía industrial, resultado de la tarea llevada a cabo por un equipo dotado de la laboriosidad de la abeja y compuesto de especialistas de toda clase. La misión de ajustar sus actividades, de manera que se alcanzara el éxito del trabajo común con un mínimo de esfuerzo, correspondió a la Dirección de la «Sección de Industria».

Tal Dirección se había confiado a Rodolfo Bingel, después de haber sido durante una serie de años director técnico de la importante filial de la Siemens-Schuckertwerke en Mannheim. Era raro el caso de que uno de los jefes de las filiales fuese requerido para ocupar la dirección de una de las grandes secciones de la Casa matriz. Por regla general, existía la sospecha de que el representante hubiera perdido, como consecuencia de sus actividades, el hábito de concebir creaciones técnicas. Pero Bingel se había granjeado en Mannheim tan alto prestigio, que Carlos Federico v. Siemens creyó poder salirse en este caso de la regla impuesta por la fuerza de la costumbre. El hecho de que su candidato no recibiese de joven su formación en una escuela superior de ingenieros, sino únicamente en un centro politécnico inferior, le importaba — como en tantas otras ocasiones — muy poco.

En la persona de Bingel se la suplía por una verdadera serie de muy diversas aptitudes. Poseía un instinto estructurador, rayano en el arte — espíritus afines los hemos conocido ya en las personas de Raps, Bolton, Erlwein y Benkert —, una gran facultad de asimilación para las venideras tareas técnicas, vislumbraba casi instintivamente las ulteriores evoluciones, poseía una habilidad nada común para encauzar negociaciones y sabía cómo proceder con amistosa paciencia en los casos aparentemente sin esperanza, para llegar a un satisfactorio final, pero contaba también con una perseverancia, que, a veces, se convertía en una opresión y un tormento para los colaboradores, en el sentido de obstinarse en la consecución de una tarea — un proyecto técnico, un contrato comercial o un informe — hasta darle su forma definitiva. Estos colaboradores difícilmente hubieran podido soportar al «afable tirano», como a veces le llamaban, si su vivaz idiosincrasia, propia de la región Renano-franconiana, y la experiencia de que casi siempre tenía razón, no hubieran sido más que suficientes para reconciliarse constantemente con él.

XXVI.

LA FUNCIÓN ECONÓMICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La producción de la energía eléctrica en Alemania, correspondiente a 1913, último año de paz, puede calcularse en unos 5.100 millones de kilovatios-hora. Ni siquiera la mitad de esta cuantía la suministraban las fábricas públicas, recayendo la mayor parte en la producción propia de los grandes consumidores. Durante el año 1925, primer « año de paz » de la economía alemana después de las complicaciones bélicas y de la crisis de las reparaciones, la producción total ascendió a 20.300 millones, es decir, al cuádruple del valor obtenido en 1913, elevándose en el transcurso de los años siguientes a 31.000 millones. Simultáneamente creció la participación proporcional de las fábricas públicas, tanto más, puesto que los consumidores prescindían en mayor escala de la producción propia. Esta última alcanzó en 1932 únicamente el 43 por 100 de la producción total. Todo ello sólo era factible mediante una imponente actividad constructora de las fábricas de electricidad, la cual se inició hacia 1921, adquiriendo en los últimos cuatro años del espacio de tiempo considerado, fructificada por los créditos extranjeros, un ritmo extraordinariamente vivaz.

Hacia 1907, y bajo la influencia de la turbina de vapor, se habían abandonado los fundamentos observados hasta entonces en la construcción de fábricas de electricidad, pasándose, con carácter general, a una presión del vapor de 15 atmósferas, como mínimo, y a temperaturas del mismo de 325—375 °. Con ello se tenía la posibilidad de aumentar considerablemente el tamaño de los grupos de turbinas. A principios de esta época se había comenzado con la potencia « normal » de unos 5.000 Kw., habiéndose llegado en el transcurso de la guerra a construir grupos para una potencia de 16.000 Kw. aproximadamente. Durante el año 1917 construyó Klingenberg diez grupos de esta clase en su célebre factoría de Golpa-Zschornewitz. Una de estas turbinas devoraba, a plena carga, alrededor de 80 toneladas de vapor por hora. Como las calderas usuales hasta entonces sólo eran capaces de suministrar de 12 a 15 toneladas

de vapor por hora, la turbina necesitaba para su alimentación de 6 a 8 calderas, lo que significaba de 8 a 10 calderas con las imprescindibles reservas, de manera que cada grupo de máquinas requería, en cierto modo, una casa de calderas. En la cuestión relativa a éstas amenazaba con fracasar el previsible aumento ulterior del tamaño de las turbinas.

El hecho de que no pudiera elevarse más la potencia de las calderas se debía a los modelos empleados hasta aquella época. A pesar de los esfuerzos realizados en los Estados Unidos, el haz de tubos de agua, montado en posición inclinada, no podía ampliarse discrecionalmente, y, sobre todo, era imposible rebasar de un cierto valor la superficie de la parrilla móvil, sin perder el control de la conducción del calor. Se intentó la solución de utilizar largos tubos en posición casi vertical, los cuales discurrían entre varios tambores de caldera, dispuestos en la parte inferior y en la superior, lográndose una vaporización más rápida, pero no por eso se resolvió el problema que presentaba la aludida parrilla móvil.

De esta suerte, hacia el año 1922 se llegó también en Alemania a la idea, puesta en práctica en los Estados Unidos a comienzos de la guerra, consistente en pulverizar finamente el carbón y alimentar la masa así obtenida a través de tubos, en forma de líquido viscoso, para efectuar su inyección en el hogar con el aire destinado a la combustión. Con ello se obtiene una potente llama, muy intensa, que puede regularse cómodamente, la cual posee, además, cuando se debe a varias toberas, un múltiplo del poder calorífico de una parrilla móvil. Como es natural, la mampostería utilizada hasta entonces en el hogar sólo podía soportar a duras penas este calor. Fué menester tender por la mampostería refractaria tubos recorridos por agua y envolver así, más o menos, la cámara de combustión por la superficie calefactora. De esta forma se consiguieron modelos de caldera que suministraban 50 toneladas y más de vapor por hora, no tardando en implantarse en las fábricas importantes un tamaño de turbina de 20.000—25.000 Kw. En los proyectos para las instalaciones de nueva planta se preveía ya el doble de este tamaño unitario. Al mismo tiempo se había elevado a 35 atmósferas la presión del vapor, aumentándose también la temperatura del mismo a 450 °.

El período iniciado con la implantación de la caldera de carbón pulverizado, que se prolongó hasta el año 1933 aproximadamente, puede considerarse el tercero experimentado en la construcción de centrales eléctricas. Estaría representado entonces el segundo por la era de Klingenberg, comprendida entre los años 1907 y 1922. Al comienzo de ese segundo período alcanzaba el consumo de calor en las centrales eléctricas alrededor de 7.000 unidades térmicas (calorías) por kilovatio-

hora, retrocediendo hacia el final del mismo a 6.000. Dado que un kilogramo de hulla de buena calidad produce, en el caso de una combustión total, alrededor de 8.000 unidades térmicas, para producir un kilovatio-hora se necesitaban aproximadamente 0,875 kilogramos o sean 0,75 kilogramos. Sin embargo, durante el tercer período, el consumo de calor había descendido a unas 4.000 unidades térmicas, lo que se debía a la elevación de la presión y la temperatura del vapor, a la más cuidada realización del proceso generador del vapor en la caldera y, sobre todo, a la considerable ampliación de los grupos de calderas y de máquinas, que hizo factible quemar carbón pulverizado. Por tanto, para la obtención de un kilovatio-hora sólo se requería ya 1/2 kilogramo de carbón. La perfeccionada técnica de la producción de vapor había ahorrado a la economía nacional un promedio de 150 millones de marcos anuales.

Después de haberse adquirido el hábito de rebasar ampliamente, en lo que se refiere a las presiones y las temperaturas del vapor, los límites considerados hasta entonces como valores máximos, adquirieron nueva fuerza las tendencias que pretendían aventurarse a dar en seguida el salto a unas 100—120 atmósferas y 450—500 °. Estas propuestas tampoco suponían novedad de ninguna clase. Precisamente en Alemania habían desarrollado ideas análogas algunos intrépidos precursores de la generación anterior, construyendo instalaciones experimentales en pequeña escala para vapor a alta presión y deduciendo de ellas que aún no se disponía de los materiales apropiados.

Sólo la implantación de los aceros aleados, en especial los de molibdeno, en la construcción de máquinas y aparatos accesorios permitió correr el riesgo que para mucha gente suponía una central térmica, destinada a 100 y más atmósferas. Evidentemente, las dificultades principales surgían en la instalación de calderas. Durante el proceso de vaporización en los tubos calentados revestía máxima importancia desprender, cuanto antes, de las paredes interiores de los tubos las burbujas de vapor producidas, a fin de que no originasen, como consecuencia de su acción aislante, una peligrosa acumulación de calor. Era ésta una antigua preocupación de los constructores de calderas, que condujo a la solución de los tubos verticales, con toda clase de peculiaridades imaginables, a fin de acelerar la circulación del agua. Hicieron entonces su aparición las más curiosas propuestas para desprender de las paredes de los tubos las burbujas de vapor durante el proceso generador del mismo, cuya intensidad se había incrementado al límite máximo.

En Inglaterra, Mark Benson se hizo en 1921 la siguiente reflexión: el proceso de vaporización se compone invariablemente de dos partes. En primer lugar, es menester calentar el agua hasta su punto de ebullición,

el cual depende de la presión, y sólo entonces se inicia la formación de vapor. De la misma forma se diferencia el calor líquido, que ha de comunicarse al agua hasta que comience la vaporización, y el calor de tal vaporización, que se necesita para convertir el agua en vapor. En el caso de las bajas presiones, empleadas hasta entonces, el calor de vaporización es mucho mayor que el calor líquido, igualándose ambas hacia las 93 atmósferas, y, cuanto más se eleva la presión, tanto menor resulta el calor de vaporización. A 225 atmósferas se hace igual a cero, recibiendo esta presión el nombre de «crítica». La correspondiente temperatura «crítica» es de 374 °, lo que significa que, si se somete el agua a 225 atmósferas y se la calienta a 374 °, no se vaporiza en absoluto antes de alcanzar la referida temperatura crítica, transformándose de una vez en vapor toda la masa de agua, al rebasarse el referido punto crítico. En consecuencia, no se da ya aquella condición en que subsisten simultáneamente el agua y el vapor. Antes del punto crítico sólo existe agua, mientras que, después de él, lo único que persiste es vapor. Han desaparecido así las burbujas de éste. Si no se quiere hacer funcionar los consumidores de vapor a la presión de 225—230 atmósferas, sino que baste con un valor inferior, como, por ejemplo, de la mitad, existe la posibilidad de estrangular en forma apropiada el vapor, aunque entonces es preciso considerar lógicamente como pérdida el trabajo de las bombas, correspondiente a la parte sometida a la reducción.

En la primavera de 1923 se reparó en la Siemens-Schuckertwerke, con ocasión de un artículo publicado por una revista técnica inglesa, en el procedimiento de Benson, entablándose negociaciones con él. Después de haber visitado sus instalaciones experimentales, se concertó con Benson un contrato, a fin de realizar por propia cuenta y en gran escala estudios prácticos y poner la innovación en condiciones de servicio. Pronto se advirtió que a estas elevadísimas presiones y temperaturas surgía una serie de dificultades, las cuales sólo podían superarse mediante una sistemática investigación de los procesos, bastante enrevesados por cierto. Una vez ensayada una pequeña instalación en la central eléctrica de la Siemensstadt, montó la Siemens-Schuckertwerke en la fábrica de cables de Gartenfeld una gran caldera Benson, construída de acuerdo con proyectos propios, incluyéndola en el servicio práctico. Esta «caldera» no se podía considerar ya realmente como tal en el verdadero sentido de la palabra, sino sencillamente como un tubo de varios centenares de metros de longitud, dispuesto de tal forma en numerosas vueltas, que el agua circulante se calentaba previamente en una zona más templada, se vaporizaba después en la parte más caliente y se sobrecalentaba, por último, el vapor en una zona intermedia de cale-

facción. Al variable consumo de vapor por parte de la máquina acoplada, en consecuencia de la turbina, tenía que responder una regulación de funcionamiento preciso, con la cual se dosificara exactamente el paso de agua, combustible y aire. La caldera se había convertido en una máquina generadora de vapor. Acerca de los dispositivos reguladores se tratará aún en otro lugar. De los progresos logrados, entretanto, en la Wernerwerk acerca de la medición en termotecnia salió grandemente beneficiada la Siemens-Schuckertwerke.

Cuando en el transcurso de estos años se hubo adquirido una mayor práctica en la evolución del nuevo principio de producción de vapor, se descubrió que la verdadera idea inventora de Benson — la vaporización del agua en punto crítico — no revestía la importancia que se le concediera en un principio. Por el contrario, también podía realizarse por debajo de este punto crítico, aun cuando fuese de manera menos perfecta que una vez rebasado éste. Es cierto que en tal caso se formaban todavía burbujas de vapor, pero, dada la elevada velocidad del agua con la circulación forzada, no adquirían ya la peligrosa importancia de antaño en la caldera con la circulación natural del agua. De esta forma, en las ulteriores calderas Benson sólo se elevaba la presión de la bomba de alimentación hasta el valor que correspondía a la deseada para el vapor, no conservándose ésta fija como antes, sino que con la presión variable se seguía el cambiante consumo de potencia (procedimiento de presión deslizante). Así, pues, el feliz perfeccionamiento del sistema Benson fué principalmente obra de los ingenieros de Siemens-Schuckertwerke, entre los cuales ha de citarse, en primer lugar, a H. Gleichmann.

Al hablar anteriormente de una era de Klingenberg en la construcción de centrales eléctricas, la cual se prolongó desde la implantación general de la turbina de vapor hasta aproximadamente el año 1922, no se refería ello exclusivamente a la disposición en conjunto de la central eléctrica y a la modalidad por la que se producía el vapor, sino también a las turbinas. En cuanto a éstas, las aspiraciones de los constructores tendían a acortar todo lo posible el cuerpo del rodete, aproximando más los dos cojinetes portantes, a fin de mantener, dentro de lo que era factible, por encima del régimen de servicio el peligroso número crítico de revoluciones, al cual todo cuerpo en rápida rotación comienza a vibrar. Se tuvo en cuenta la reducción en el número de escalonamientos que ello suponía, una vez que prosperó la creencia de que la velocidad del vapor podía hacerse llegar hasta la velocidad de sonido, sin el temor de antaño, de disminuir considerablemente el rendimiento. Para las presiones de entrada del vapor, usuales por aquellas fechas, bastaba — según el modelo de

que se tratara — con 8 a 12 escalonamientos, llegando la AEG a reducir hasta incluso a cinco el número de escalonamientos de sus turbinas.

Dentro de la turbina se distinguía a este respecto una parte de alta presión y otra de baja, sin que ello quiera decir que éstas estuviesen siempre claramente separadas entre sí. Aquélla se calculaba en relación con la presión de entrada, según fuera su magnitud, hasta 3 — 0,5 atmósferas, mientras que la citada en segundo lugar se evaluaba desde ese punto hasta la presión del condensador. Ahora bien; no deja de ser curioso el hecho de que la parte de alta presión, aunque abarque la mayor porción de la diferencia de presión, sólo transforme de dos a tres décimas de la energía total, mientras que el resto se convierte en la parte de baja presión. Ésta es la razón de que en ella se pusiera el máximo cuidado para aprovechar todo lo más rentablemente posible el vapor, dotándola, por consiguiente, del mayor número de escalonamientos. No era raro el caso en que toda la parte de alta presión se compusiera solamente de una rueda única.

No obstante, el vapor que sale de la turbina y pasa al condensador posee aún, como es sabido, un gran contenido térmico, el cual se pierde con respecto al proceso de la transformación de calor de vapor en trabajo y es el causante de que — según sea el tamaño y la calidad de la central térmica — sólo se obtenga en trabajo mecánico de una quinta a una cuarta parte del calor producido. Sin embargo, cuando en una industria se requieren, ya de por sí, para la fabricación grandes cantidades de calor, las cuales se distribuyen en los casos previstos en forma de vapor a algunas atmósferas de sobrepresión por los puntos de producción, está indicado en tal caso obtener, de una vez y a una presión bastante elevada, todo el vapor para las finalidades motrices y térmicas, hacerle pasar primeramente por una «turbina de contrapresión», a fin de generar corriente eléctrica, derivándolo después de ésta a la presión final, que resulte apropiada para los procesos de fabricación y conducirlo a los elementos consumidores de energía térmica. Se tendrá entonces una turbina que sólo constará de una parte de alta presión y cuyo rendimiento será inferior al de una turbina completa con condensación. Pero esto no cuenta en realidad, pues el elevar la presión del vapor de fabricación a la tensión de entrada de la turbina no cuesta mucho, la caldera se necesita de todas formas y así el trabajo eléctrico, suministrado por la turbina de contrapresión, se obtiene, en cierto modo, como económico producto secundario del proceso en conjunto.

Lógicamente, este acierto sólo se logra cuando toda la instalación está proyectada con gran esmero y se ajusta a las peculiares condiciones de la industria en cuestión. No existe la posibilidad de antaño

de limitarse a montar una instalación generadora de energía de una determinada potencia y confiar el resto a los elementos consumidores. En este caso se hallan tan íntimamente ligadas las economías del calor y de la energía, que una depende de la otra. A fin de que la perturbación, originada en un determinado punto, no se propague por la instalación, es menester contar con las oportunas precauciones para toda clase de circunstancias. En este aspecto se hallaba la Siemens-Schuckertwerke en su elemento. Especialmente Bingel alentó afanosamente a su personal en el sentido de que se estudiara con detenimiento — dedicando, si hacía falta, meses enteros a investigaciones y mediciones — toda la instalación y las necesidades inherentes a la misma, antes de que, en su calidad de valedor, presentara al cliente sus propuestas. El éxito compensó estos desvelos; la casa Siemens participó en gran escala en la construcción de esta clase de centrales eléctricas industriales.

Como con respecto a las turbinas empleadas en estas centrales eléctricas sólo se trataba de una parte de alta presión, pareció adecuado dedicar a ésta más atención que la prestada hasta entonces. En una palabra, si la presión de entrada del vapor pasó desde los valores empleados en un principio — 12 a 18 atmósferas — hasta 30 ó 35 atmósferas, llegando posteriormente a 100 y más atmósferas, también adquirió mayor importancia la parte de alta presión en la turbina de condensación, es decir, la destinada a la central eléctrica pública. El trato de madrastra que había recibido hasta entonces, no podía, en consecuencia, mantenerse por más tiempo, y la turbina volvió a ser de varios escalonamientos. Además, dado que aumentaban continuamente las potencias de las turbinas — éstas saltaron entre los años de 1922 y 1933, sobre todo por razón del impetuoso avance de los norteamericanos, a 30.000, 40.000, 60.000 y, en algunos casos, incluso a 100.000 y más Kw. —, no quedaba otra alternativa, si no se querían afrontar longitudes inadmisibles, que subdividir la turbina, para lo cual se condujo el vapor mediante unos tubos desde la parte de alta presión a la de baja. Cuando era viable, se disponían las partes de alta y baja presión, de manera que actuasen combinadas con un árbol, apoyado en varios cojinetes, sobre un generador (modelo de un solo árbol). Sin embargo, en las turbinas de gran tamaño accionaban ambas partes, montadas independientemente, un generador cada una (modelo de árbol múltiple). De esta manera se había concluído por reunir en una misma unidad un múltiplo de veinte veces la potencia, que todavía una generación antes se había considerado como el límite de la máquina de vapor de pistón.

Ljungström, constructor sueco de maquinaria, dotado de extraordinaria fantasía, presentó en 1912 a la opinión pública una propuesta rela-

tiva a un nuevo modelo de turbina de vapor. Al principio, su idea fué acogida con sorna. Este constructor sueco proponía colocar una serie de coronas concéntricas de paletas en la superficie plana de un disco circular. Entre cada dos coronas debería quedar una separación de un ancho algo superior al de una corona de paletas. Otro disco igual habría de llevar también unas hileras concéntricas de paletas, de tal manera que, cuando se acoplaban opuestos los dos discos, las citadas hileras de paletas de uno de ellos coincidía en las separaciones intermedias del otro. Estos dos discos, montados locos sobre un eje, podían girar recíprocamente. Al hacer llegar al punto central del conjunto vapor a alta presión, se desplazaba éste radialmente por las coronas de paletas y, a medida que se expandía o aumentaba de volumen, encontraba también coronas de mayor diámetro, es decir, más espacio ante sí para su circulación, sin que, como ocurría en los modelos de turbinas usuales hasta entonces, hubiese necesidad de aumentar las dimensiones de las paletas. Las paletas móviles de cada uno de los discos servían simultáneamente de paletas directrices para el otro disco. Como ambos discos giraban en sentido opuesto, resultaba para cada uno de ellos, con una determinada velocidad del vapor, un régimen de revoluciones igual a la mitad del correspondiente a la turbina conocida hasta entonces. Apareció así un modelo de asombrosa sencillez y enorme acierto, aunque, no obstante, plantease elevadas exigencias en lo que se refiere a la precisión de fabricación.

A pesar de sus compromisos con el Sindicato Zoelly, la «Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg» se había puesto en 1914 al habla con Ljungström, a fin de explotar sus patentes, habiendo encargado a Siemens-Schuckertwerke los dos generadores necesarios para la realización de una prueba. En esta ocasión más que nunca — pues no en balde sus árboles soportaban las dos ruedas locas de turbina —, los referidos generadores habían pasado a ser un componente integrante de todo el conjunto. La guerra impidió que se prosiguieran estos trabajos, los cuales se reemprendieron más tarde. Así, en 1924 le fué posible a la Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg poner en servicio, en su propia fábrica de Gustavsburg, el primer grupo de turbinas producido en Alemania según el modelo de Ljungström y ensayar los resultados de la nueva modalidad de construcción.

Carlos Federico v. Siemens había seguido con la mayor atención el desarrollo de la técnica del vapor en la forma adoptada después de la guerra — es decir, la transición a la alta presión, los nuevos modelos de calderas y la creación de turbinas cada vez mayores, a las cuales se halla ligada íntimamente, como ya es sabido, la construcción de los turbogeneradores —, dado que su Casa se había ocupado a fondo en todas estas

cuestiones, habiéndoselas fomentado considerablemente, en parte, con trabajos propios. Sin embargo, suponía un gran inconveniente el hecho de que la turbina de vapor — núcleo de todo este proceso — estuviera supeditada a los trabajos conjuntos con las Firmas del Sindicato Zoelly, las cuales se sentían cada día más inclinadas a seguir sus propios derroteros, como había demostrado el ejemplo de la Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg en el caso de Ljungström. Cuando entonces, a comienzos de la era de las turbinas de vapor, pudo no haber constituído un error la decisión adoptada por su hermano Guillermo en el sentido de desistir de una fabricación propia, dicha decisión no había dejado por ello de acarrear ciertas desventajas, que ahora se ponían de manifiesto en proporción cada vez mayor. Ya era hora de que se concediese la debida atención a las posibilidades que encerraba la fabricación propia.

La ocasión para ello surgió al fundarse la « Vereinigte Stahlwerke », con lo cual se concluyó el proceso de liquidación de la herencia de Stinnes. Entre las posesiones fabriles de Thyssen, que debían pasar a la Vereinigte Stahlwerke, figuraba también la « Maschinenfabrik Thyssen A. G. », de Mülheim de Ruhr, en la que se construían, entre otra maquinaria, turbinas de vapor y generadores eléctricos. Esta clase de fabricación resultaba difícil de encajar en el proyectado programa de producción de la Vereinigte Stahlwerke, razón por la cual se acordó, en relación con la disolución de la Siemens-Rheinelbe-Schuckert-Union, traspasar a Siemens-Schuckertwerke esta parte de la fabricación de maquinaria, que, además, no era fácil de desglosar espacialmente del resto. La aludida Siemens-Schuckertwerke procedió en seguida con toda actividad a dotar de magníficas máquinas herramientas e instalaciones de ensayos y a transformar según sus propias experiencias la factoría, algo anticuada en ciertos aspectos. Con tal motivo se puso claramente de manifiesto la gran importancia que suponía contar con la « Administración Central de Fábricas ». De acuerdo con el programa de producción deberían fabricarse en Mülheim, aparte de las propias turbinas de vapor, los correspondientes generadores, que hasta entonces se habían construído en la fábrica de dínamos de la Siemensstadt. En abril de 1927 se inauguró la « Factoría de Mülheim » de la Siemens-Schuckertwerke. Un personal adiestrado aportó al nuevo establecimiento fabril las experiencias recogidas en la Casa matriz.

Esta nueva savia no tardó en proporcionar valiosos resultados. De esta forma, a comienzos de 1930 pudo aceptar la fábrica el pedido por un grupo de máquinas para la Société Générale de Production d'Électricité, de Amberes, con destino a su central eléctrica de Schelle. Este grupo funcionaba con una presión de entrada de 35 atmósferas y una

temperatura del vapor de 425 °, así como a 3.000 revoluciones por minuto, alcanzando una potencia de 60.000 Kw. El vapor se hacía actuar en un cárter de alta presión y dos más de baja, funcionando todo ello sobre un árbol común con el generador. La longitud total de grupo de máquinas era de 30 metros. Mientras que en distintos sectores se expresaba la opinión de que resultaría impracticable una máquina de esa clase, se hallaba ésta ya en su fase de construcción, constituyendo en la época de su puesta en servicio el mayor grupo de turbinas del mundo. En los artículos descriptivos aparecía justificadamente en las revistas con el epígrafe de: « La mayor turbina de vapor del mundo ».

La Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg había obtenido, entretanto, excelentes experiencias con la primera turbina Ljungström, esforzándose por seguir desarrollando este sistema para adaptarlo a las grandes potencias. Después de haberse independizado la Siemens-Schuckertwerke en lo que se refiere a la fabricación de turbinas, comenzó a ocuparse también de la turbina radial. Por una parte se pretendía conseguir la licencia correspondiente a la turbina Ljungström, lo cual se consiguió en el año 1930 — pues también se interesaban por este sistema la AEG y Brown, Boveri & Cie. — mediante la fundación de la « Internationale Ljungström-Turbinen Union A. G. », en la cual participaban, además de Siemens-Schuckertwerke y la Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, las dos Firmas citadas con anterioridad. Por otra parte siguió actuando independientemente, para lo cual proyectó una turbina radial, sencilla y no de funcionamiento antagónico, en la que, por consiguiente, uno de los dos rodetes se hallaba fijo y actuaba en forma de rueda directriz, girando sólo el otro. Esta solución resultaba muy recomendable, en especial, para conjuntos pequeños, que funcionaban con elevada presión inicial y no actuaban sobre condensador alguno, sino que, en su condición de turbinas de contrapresión, proporcionaban el vapor de escape para fines de calefacción. Ello se debía a que con las elevadas presiones iniciales y las correspondientes temperaturas se habían experimentado — respecto a los modelos axiles, utilizados hasta entonces — múltiples dificultades por razón de las tensiones térmicas, las cuales podían evitarse por medio del modelo radial. A pesar de todos los reparos expuestos por las partes interesadas, en la Siemens-Schuckertwerke se desplegó gran energía en torno a la turbina radial, realizándose, al obtenerse con ella resultados satisfactorios, buenos negocios en este aspecto. Simultáneamente se proyectó la turbina Ljungström con destino a grandes unidades. En poco tiempo se situó la factoría de Mülheim en un plano de igualdad con la fábrica correspondiente de la AEG, la cual se había considerado

hasta entonces como el establecimiento fabril mayor y que producía más turbinas en el viejo Mundo.

Entre los años 1928 y 1930 recayó una importante tarea no solamente en la factoría de Mülheim, sino en toda la Sección de Centrales, motivada por la construcción de la central eléctrica berlinesa «Oeste», la cual fué proyectado por las fábricas de electricidad de Berlín en el curso inferior del río Spree, en las inmediaciones de las fábricas de la Siemensstadt.

Esta clase de vecindad, así como el hecho de que la AEG hubiera construído la factoría de Klingenberg, influyeron en que se confiara a Siemens el pedido. Ello se llevó a cabo mediante un contrato de dirección de obras, concertado por la «Bewag» con la Siemens-Schuckertwerke, de conformidad con el cual la Firma asumió, en calidad de «ingeniero asesor» y a tenor de unas tarifas fijas de derechos, la realización del proyecto y la ejecución de las obras de toda la central. Al mismo tiempo se le adjudicó el suministro de las turbinas de vapor con los generadores y la totalidad del equipo eléctrico de la misma. En lo que se refiere a los restantes trabajos y suministros, tales como las difíciles obras de cimentación, la construcción de un puerto y de un ramal ferroviario, la instalación para la descarga del carbón y acarreo de cenizas, las construcciones metálicas y los trabajos de edificación y las chimeneas, corría a su cargo atender las consultas, aceptar los pedidos y dar el visto bueno a los mismos, así como presentar propuestas acerca de su concesión. De esta forma participó también decisivamente en los trabajos la Siemens-Bauunion.

La central se equipó con seis unidades de 34.000 Kw. cada una, que funcionaban a 3.000 revoluciones por minuto, a más de otras dos de 12.000 Kw. cada una, denominadas turbinas domésticas, las cuales se destinaban a las necesidades propias. Las turbinas se alimentaban desde 8 calderas que, en casos extremos, podían suministrar 150 toneladas de vapor a 32 atmósferas cada una. Sus gases de escape se conducían ascendentemente por dos modernas chimeneas, que se elevaban sobre el tejado de la casa de calderas, hasta alcanzar una altura total de 110 metros. Por todos conceptos representaba la central eléctrica, incluso por la celeridad de su construcción, una obra técnica muy elogiada.

En comparación con el desarrollo experimentado por la instalación de centrales térmicas, la construcción de centrales hidráulicas sólo alcanzó durante largo tiempo un auge moderado, lo que se debió a las razones anteriormente expuestas. Los suministros efectuados antes de la guerra por la industria electrotécnica alemana, en lo que se refiere a importantes centrales hidráulicas, iban a parar generalmente al extranjero, a Escandinavia, Austria, Norte de Italia y España. Suiza se había

independizado ya con bastante antelación. América Central y del Sur no eran clientes nada despreciables, mientras que el continente norteamericano se hacía inaccesible. En la propia Alemania sólo se vislumbraban, en realidad, posibilidades en el sur del país, que rebasaban los limitados intereses locales. En Baviera fué Oscar v. Miller quien ya antes de la guerra abogó por la idea de un abastecimiento eléctrico general del «Land», explotado por el Erario, aludiendo a las posibilidades que encerraban las fuerzas hidráulicas de los Alpes y los afluentes de la margen derecha del Danubio. Después de la guerra cristalizaron en la fundación de la «Bayernwerk», la cual abarcó el «Land» con una red de distribución a 110.000 voltios y enlazó las grandes centrales térmicas de Franconia con la central de Walchensee, puesta en servicio en el año 1924, así como las tres centrales eléctricas, posteriormente convertidas en cuatro, del río «Isar Central», entre Munich y Moosburg, construídas poco más o menos por aquella época. Intervenían en este caso potencias ya bastante considerables. La central de Walchensee era capaz de producir, a plena potencia, una cantidad superior a 100.000 Kw., aunque, como es lógico, dependía grandemente del caudal de agua disponible. Otro tanto podía aplicarse al caso de las centrales eléctricas del «Isar Central», las cuales poseían, en conjunto, una potencia máxima de 112.000 Kw. Ambas instalaciones generadoras producían, en parte, corriente trifásica para el abastecimiento general del «Land», y también corriente alterna monofásica de $16^2/_3$ ciclos para la alimentación eléctrica de los ferrocarriles. Por aquellas fechas había aparecido en Töging del río Inn una central eléctrica industrial, cuya energía se utilizaba parcialmente para la producción de aluminio, y, asimismo, para la industria de la cianamida de calcio. En este caso se hallaban montadas en una gigantesca nave nada menos que 15 turbinas, una al lado de otra, de las cuales siete accionaban dínamos, mientras las ocho restantes movían alternadores trifásicos. La potencia total de esta instalación se elevaba a unos 88.000 Kw. Algo más tarde, y con ocasión de canalizarse el Danubio, se concluyó, poco antes de Passau, el llamado salto de Kachlet, montándose en el río una central eléctrica que poseía ocho generadores de 6.000 Kw. cada uno. En todas estas instalaciones participó activamente con suministros la Siemens-Schuckertwerke, lo mismo que por aquel tiempo apenas se construía central hidráulica alguna de importancia, cuyo equipo eléctrico no lo suministrase en mayor o menor parte, si no lo era en su totalidad, la citada Siemens-Schuckertwerke. Al calcular las características, es menester tener en cuenta que la turbina hidráulica alcanza invariablemente un número de revoluciones muy inferior a la de vapor. En el caso de grandes saltos es capaz de llegar a las 500

revoluciones por minuto, aunque, con pequeños desniveles y el caudal de agua correspondientemente mayor, puede descender hasta 75 revoluciones por minuto, como se daba en las citadas centrales danubianas de Kachlet. A consecuencia de ello, en este último ejemplo la rueda de electroimanes, de 80 polos, de un generador pesaba ya sólo con su árbol 110 toneladas, mientras que el generador entero alcanzaba un peso de 260 toneladas.

El abastecimiento de energía eléctrica para el «Land» de Baden corría a cargo de la «Badenwerk», la cual se fundó en el año 1921 como Sociedad Anónima, propiedad del Estado, y tenía por finalidad aprovechar los recursos hidráulicos de la Selva Negra. De las instalaciones construídas con tal motivo era digna de mención la central de «Schwarzenbach», parte del «Murgwerk», en cuyo montaje intervino ampliamente la casa Siemens.

En especial construyó la Siemens-Bauunion el muro de contención; perforó las galerías para el agua, de 1.800 metros de longitud, a través de la montaña; creó, mediante voladuras, un embalse compensador en su extremo y el despósito regulador, en pleno granito, haciendo que el agua cayera en las turbinas desde una altura de 360 metros y a través de unas canalizaciones metálicas de presión.

Por lo que se refiere a la producción de energía eléctrica se había tropezado siempre con el inconveniente de que no se la podía almacenar, es decir, que tenía que producirse invariablemente la que se consumía en un determinado momento. Mientras se utilizó la corriente continua, supuso el acumulador un cierto remedio, pero, al implantarse la corriente trifásica, hubo que prescindir también de él. Sólo se había cumplido parcialmente la esperanza de que, con el aumento de la aplicación de los procesos electroquímicos — electrólisis del cloruro alcalino, producción de carburo y de cianamida de calcio, así como fabricación del aluminio — y con la implantación de la electrotermia en la industria, en la artesanía y en el hogar, mejoraría para las centrales la irregular carga diurna. Si se consideraba la curva de carga de una importante central, cuyos principales consumidores los constituyesen una o más grandes urbes, siempre se apreciaba el gráfico, conocido de antaño y que se modificaba según la estación. Consistía éste en una pronunciada subida por la mañana, un descenso al mediodía, otro fuerte aumento en las horas de la tarde y, durante la noche, un consumo mínimo. La instalación generadora de energía eléctrica tenía que estar calculada para esta punta de las tardes de invierno. Dos horas después, la carga no llegaba ni a la quinta parte, y así continuaba hasta la mañana siguiente. Si se consiguiera llenar parcialmente las depresiones de la curva de consumo mediante la carga de un acumulador y compensar las puntas con la descarga del mismo, podría contarse con una mayor rentabilidad de la explotación en conjunto, aun en el caso de que, como consecuencia de las inevitables pérdidas, no se recuperase una parte del trabajo absorbido por el citado acumulador.

Partiendo de estas reflexiones, había llegado el ingeniero sueco Ruths a la idea de montar, en combinación con la instalación productora del vapor, unas calderas bien aisladas contra las pérdidas de calor y parcialmente llenas de agua. Durante las horas de poca carga, una parte del vapor producido no se conducía a la turbina, sino que se hacía llegar a dichas calderas, utilizándose para calentar el agua contenida en las mismas, a fin de que, al presentarse las puntas de consumo, pudieran suministrar vapor adicional. En la central eléctrica de Charlottenburgo, perteneciente a las fábricas de electricidad de Berlín y cuya ampliación se había confiado a la Siemens-Schuckertwerke, se instaló una batería de 16 depósitos según el procedimiento acumulador de Ruths. Esta batería de depósitos podía suministrar por la tarde, durante tres horas, más de 600 toneladas de vapor, al objeto de compensar la cresta de consumo por medio de dos grupos generadores, instalados expresamente para tal finalidad. De esta forma se reemplazaron las costosas calderas de vapor por los acumuladores de coste inferior y se mejoró, no en proporción despreciable, el rendimiento del proceso generador de vapor, debido a someterse la instalación de calderas a una carga más uniforme.

En el transcurso del año 1894, una consideración análoga dió lugar a la realización de una prueba en Luino, junto al Lago Mayor, utilizando una central hidráulica, montada en aquel lugar. Por la noche, cuando el consumo de energía eléctrica era extraordinariamente bajo, se bombeaba el agua tomada del lago, conduciéndola de nuevo a la presa situada más arriba en la montaña, a fin de disponer durante el día de suficientes reservas. Es cierto que la instalación, muy pequeña para el concepto sustentado en la actualidad, y los bajos rendimientos obtenidos en la maquinaria de aquella época, no proporcionaron ventajas de cálculo, pero demostraron que la idea era susceptible de ser perfeccionada. Así, hasta el comienzo de la guerra se construyeron también en el Norte de Italia y en Suiza grandes instalaciones, las cuales demostraron que, por estos derroteros, podía llegarse a una compensación, económicamente favorable, de la carga. Mientras que en estos casos tratábase casi siempre — incluso en el ya citado de Murgwerk, la primera instalación acumuladora importante en Alemania — de las llamadas fuerzas hidráulicas de corrientes, en las cuales la circulación natural del agua hacia el valle puede amoldarse mejor a la demanda de energía eléctrica mediante

el bombeado de la referida agua en determinados momentos, para hacerla volver a un embalse situado a mayor altura, en Alemania se generalizaron cada vez más después de la guerra las verdaderas centrales de acumulación de agua por bomba, es decir, aquellas que no poseen afluencia natural alguna. En ellas sólo se necesita como contención inferior un río o un lago de importancia, del cual pueda tomarse la suficiente cantidad de agua, a fin de hacerla subir a bomba a un embalse, por regla general de construcción artificial, situado a una altura mayor. Los grupos de máquinas de la central eléctrica, dispuestos en el plano inferior, suelen componerse de una máquina sincrónica de corriente trifásica, la cual puede hacer las veces tanto de generador como de motor, y a la que se halla conectada la red interurbana, acoplada por un lado con una turbina, y por el otro, con una bomba. Durante las horas de poco consumo de energía eléctrica, por lo común de noche, la máquina sincrónica toma la corriente de la red y mueve, en calidad de motor, la bomba, con la cual se impulsa el agua al embalse superior. En los períodos de las puntas de consumo se vacía el citado embalse, por la misma tubería, en la turbina, suministrando la referida máquina sincrónica, que entonces funciona como generador, su corriente a la red, en apoyo de las demás centrales. Aun cuando el trabajo eléctrico tomado de la red para accionar las bombas sólo se recuperaba, por término medio, en la proporción del 60—65 por 100 al hacerse funcionar las turbinas, la ventaja que ello representa en lo que se refiere a amortiguar las puntas era de tal importancia, que en Alemania se optó por construir en los años que siguieron a la guerra un buen número de tales centrales acumuladoras. En la mayoría de los casos se trataba de instalaciones bastante grandes, pues, si se quería prestar una ayuda a las redes interurbanas, con unos cuantos kilovatios-hora no se remediaba mucho.

La RWE, por ejemplo, construyó en la confluencia de los ríos Ruhr y Lenne, en el lago Hengstey, embalsado para purificar las aguas, una central eléctrica, cuyo depósito acumulador se hallaba a 160 metros por encima del nivel inferior del citado lago. Cada uno de los cuatro grupos de que se componía, poseía una potencia de 48.000 CV en las turbinas. Es menester darse una idea de lo que supone para las fábricas de maquinaria proyectar bombas que tengan que convertir cada una alrededor de 36.000 CV en energía de agua en circulación. Jamás se habían construído hasta entonces máquinas de bombas que siquiera se asemejaran a estas magnitudes. También para la electrotecnia suponían las centrales de acumulación de agua tareas de índole peculiar. La casa Siemens, que participó con importantes suministros a través de sus distintas Secciones en la construcción de la casi totalidad de tales centrales, hubo de proyectar y montar por sí sola, por ejemplo en el caso de Hengstey, el proceso automático de las diversas operaciones relativas a la puesta en marcha y la conmutación de las grandes máquinas, a más de otros muchos detalles. De esta forma fué posible dar la orden de conmutación del funcionamiento como bomba al accionamiento de turbinas — por ejemplo, cuando se producía un inesperado corte de cualquier otra central y había de volcarse en la red de la RWE la gran reserva momentánea de la instalación acumuladora — mediante el sencillo cambio de posición de la palanca de un pequeño conmutador, realizando entonces automáticamente el cambio en un tiempo de 50 segundos. Si se piensa que cada bomba impulsaba ascendentemente, a través de las dos tuberías de 3,2 metros de diámetro, una cantidad de agua equivalente a 15 metros cúbicos por segundo, por una diferencia de altura de 160 metros, y qué fuerzas de inercia había de desarrollar el cambio de dirección de tan enormes masas de agua y su desviación de las bombas a las turbinas, se tendrá una idea de la importancia que representaba esta peculiar obra de ingeniería.

La creación de las grandes redes para la distribución de la energía, con la que se caracterizó en todos los países la tercera década del siglo XX, acarreó una serie de problemas técnicos, los cuales, es cierto, existían ya anteriormente en esencia, pero que sólo entonces adquirieron decisiva importancia. Es muy fácil de decir que se pensaba abastecer la totalidad de Baviera, Turingia o Sajonia con unas cuantas centrales eléctricas importantes, que los consumidores provistos de producción propia habían de participar con intercambio alternativo de energía en las redes del «Land», que dichas redes se acoplaran entre sí en los puntos de contacto, a fin de asegurar una ayuda recíproca y que, mediante una barra colectora de 800 kilómetros de longitud, se tenía la intención de transportar de un lado a otro las cantidades de energía producida con la hulla y los lignitos, así como la obtenida merced a las fuerzas hidráulicas de los Alpes. Pero el hecho de llevar a la práctica estos planes no dejaba de ofrecer dificultades, de momento dignas de toda consideración. Estaban fundamentadas en que las repercusiones de una avería, originada en cualquier punto de una gran red con múltiples mallas, se propagaban rápidamente por toda la red y ponían en peligro su funcionamiento.

De la necesidad resultante de esto y en relación con la forma de combatir las dificultades que presentaba el abastecimiento eléctrico con un cierto grado de estabilidad, se fué perfeccionando, paso a paso y con la colaboración de los especialistas de todo el mundo, un sistema múltiple, el cual se denominó «protección selectiva», debido a que su misión con-

siste en localizar la parte averiada de la red y en desconectarla, sin perturbar, por ello, el funcionamiento de las partes en perfecto estado. A tal objeto se dispuso un conmutador en todos aquellos puntos en que, de un nudo de la red — por regla general, coincidiendo con una estación de distribución — se derivaba una línea o bien en donde la subdivisión de una larga línea directa así lo aconsejaba. Cada uno de estos conmutadores, cuyo tamaño se regía por la potencia del cortocircuito que había de dominarse, poseía un mecanismo medidor, el cual era capaz de desconectar automáticamente al referido conmutador cuando los resultados de sus mediciones mostraban la conveniencia de tal desconexión. Estos mecanismos de medición habían de cumplir tareas muy diversas, según fuese la configuración de la red y la clase de la explotación. Existían algunos — los más sencillos — que sólo medían la corriente que pasaba por ellos, mientras que otros evaluaban la tensión existente en los mismos, así como unos terceros que apreciaban los cocientes de la tensión y la corriente, es decir, la resistencia de la sección que controlaban (la cual, por cierto, solía alterarse en el caso de producirse cualquier avería), y, por último, aquellos que acusaban el producto formado por la intensidad de la corriente y la tensión, o sea la potencia. De estos últimos, los había que determinaban también la dirección en la cual circulaba la energía eléctrica. No faltaban los que « actuaban » inmediatamente cuando, dentro de su gama de control, registraban en la correspondiente magnitud medida valores peligrosos (altos o bajos). Los había que estaban equipados con dispositivos de retardo, los cuales dependían en ciertos casos, a su vez, de la propia magnitud medida y aguardaban a si otros aparatos controladores, situados más próximos al lugar de la irregularidad, efectuaban antes la desconexión. Finalmente, se disponía de otros que se hallaban enlazados con sus contiguos por medio de líneas especiales de señales, entendiéndose entre sí respecto a los sospechosos fenómenos. Lo expuesto a continuación constituye un ejemplo de esto. Mediante un largo ramal se unían entre sí dos nudos de la red, sin que en tal trecho existiera elemento consumidor de ninguna clase. En ambos extremos había, junto a los conmutadores, sendos mecanismos de medición, los cuales determinaban la dirección en que circulaba la energía eléctrica. Cuando esta última fluía desde el nudo hasta la línea, se cerraba el contacto A, mientras que, en el caso contrario, lo hacía otro contacto B. Una línea de señales, que enlazaba los dos nudos, pasaba en ambas partes por los contactos A. Si se cerraban los dos, significaba ello que de ambos nudos iba energía eléctrica a la línea. Sin embargo, este caso no debería darse si todo marchaba como era debido, puesto que en este trecho no existía ningún elemento consumidor legal. Por consiguiente, sólo podía tratarse de un cortocircuito, por el cual escapaba la energía de los generadores que alimentaban la red desde ambos nudos. El circuito, formado por la línea de señales y una fuente de alimentación al cerrarse ambos contactos A, desconectaba los dos conmutadores de los extremos de la línea y separaba así del resto de la red el trozo defectuoso.

Cuando la parte de la red, desconectada como consecuencia de una avería, esté tendida de manera que se aprecie al punto la existencia de un corte, queda solucionado con ello el cometido de la protección. El resto ha de confiarse a la inteligencia humana. No obstante, es frecuente el caso de que la parte defectuosa se halle tendida en tal forma, que al personal de servicio de la central eléctrica o de una estación importante de distribución le resulte imposible determinar qué proceso conmutador automático se ha desarrollado en la red. Entonces hace falta que se curse un aviso, asimismo automático, acerca del acaecimiento. Y ello nos conduce a la misión de la telecomunicación en el sector del abastecimiento de energía eléctrica, así como a una breve exposición sobre el desarrollo de los « controles de distribución ».

Hacia el año 1910, cuando se entraba en la sala de máquinas de una central eléctrica, se veía en uno de los costados de la nave, generalmente montada unos cuantos peldaños más alta, una pared formada por gran número de cuadros de mármol, los cuales solían estar enmarcados con unos adornos de hierro forjado y estilo moderno. El empleo del mármol como material de construcción databa de la época de las antiguas centrales de corriente continua, cuando los contactos de los conmutadores se montaban directamente en la pared y se necesitaba para ello un material aislante. Con la implantación de la corriente trifásica de alta tensión, había aparecido el interruptor de aceite, el cual, en un principio, se montó juntamente con los demás componentes conductores de tensión en una jaula enrejada, por detrás de la pared de distribución, accionándolo mediante una palanca situada en el frente. Con ello había perdido el mármol su razón de ser, aunque se le conservó, porque se le encontraba decorativo. Sin embargo, al aumentar las tensiones y las potencias, se había incrementado el tamaño de las zonas de alta tensión hasta un extremo tal, que resultaba ya imposible alojarlas detrás de la pared de distribución. Por tanto, se extendieron por salas especiales, no tardando en necesitar varios pisos, hasta hallar, por último, en el caso de las tensiones más elevadas, el camino hacia la instalación al aire libre, como se ha expuesto. Desde la pared de distribución, que había quedado en la casa de máquinas y que concluyó por adoptar un liso recubrimiento metálico en lugar del mármol, convirtiéndose muchas veces en pupitres

independientes, se accionaban a distancia los interruptores de aceite mediante electroimanes o pequeños motores. Últimamente se empleó también aire comprimido para mover el mecanismo de conmutación. Por el momento se siguió utilizando este « control » en la casa de máquinas, debido a que se creía que, al producirse inesperados incidentes o averías, las personas al frente de los controles podían establecer una inteligencia directa con los encargados de las máquinas. No obstante, poco a poco se comprobó que la convivencia de las máquinas y el puesto de distribución en el mismo local suponían más inconvenientes que ventajas, optándose por instalar el control en local aparte, el cual se amortiguó, en la medida posible, contra los ruidos. Desde él podían controlar una o dos personas — posteriormente casi siempre ingenieros — todo el funcionamiento y comunicar las oportunas órdenes al personal distribuído por las amplias instalaciones, así como entenderse con las estaciones de distribución, situadas a cierta distancia, y con otras centrales que abastecieran la misma red. De esta forma terminó el control por consistir en una amplia sala, en la cual estaba montada una pared de distribución, compuesta de varias zonas y que solía presentar forma de arco. En el centro del conjunto se hallaban, a modo de trono, dos mesas de escritorio, en las cuales estaban montados instrumentos, pulsadores e instalaciones telefónicas, que ejercían una vigilancia análoga a la araña en su tela. En las redes muy grandes se separó espacialmente, por fin, este control con respecto a las centrales eléctricas, trasladándolo a un lugar que reuniese buenas condiciones de tráfico y administración desde el punto de vista técnico, en donde representaba la central de mando correspondiente al abastecimiento de energía eléctrica de todo un « Land », razón por la cual se llamó entonces « distribuidor de carga » y poseía muy amplias atribuciones. Las centrales eléctricas y los puestos de distribución habían de obedecer necesariamente sus indicaciones.

Como es lógico y de acuerdo con su misión, el distribuidor de carga había de tener directamente a la vista los procesos más importantes que se desarrollaban en la red. Significaba esto la transmisión a su pupitre de los valores eléctricos, medidos en determinados lugares de la red, para lo cual, a veces, era menester salvar distancias superiores a cien kilómetros. Además, desde su emplazamiento había de ser capaz de discernir al punto, según fuera la posición de los conmutadores más importantes, qué partes de la red se habían desconectado, bien fuese intencionadamente o en forma automática como consecuencia de una avería. A este fin se disponía normalmente — representada en esquema sobre la pared de distribución, compuesta de los diversos campos — de la subdivisión de la red, con sus centrales eléctricas, subestaciones y líneas de empalme,

encendiéndose los símbolos representativos de los generadores, barras colectoras, transformadores, conmutadores y líneas de empalme, cuando los elementos en cuestión se hallaban sometidos a la corriente, mientras que los componentes desconectados permanecían sin iluminar. Cualquier corte no programado llamaba en seguida, por medio de una luz intermitente, la atención del encargado del control. Revestía importancia a este respecto que, en el esquema luminoso, los grandes conmutadores del exterior figurasen reproducidos por pequeños interruptores, mediante cuya maniobra se accionaban los de mayor tamaño. Por consiguiente, era imposible que la persona encargada de su manejo se equivocase al manipularlos. En los modelos posteriores se prescindió frecuentemente de las luces en todo el esquema, limitándolo a las empuñaduras de los pequeños « conmutadores de recibo de maniobra ». A este modelo se le dió el nombre de « esquema ciego de distribución ».

La transmisión de las posiciones de los conmutadores y, todavía más, la de los verdaderos valores de medición a través de grandes distancias, constituía un problema, del cual se habían ocupado numerosas personas. Como es natural, no suponía solución alguna tender una línea propia para cada uno de estas indicaciones, cuya cantidad podía ascender a un centenar, aparte de que las débiles corrientes utilizadas por dichos instrumentos no pueden recorrer sencillamente una larga línea que no posea propiedades eléctricas por completo constantes, sin que en el resultado de la medición se reflejen las influencias de la aludida línea. Ésta fué la razón de que se recurriera a las artimañas más variadas. Primeramente se emplearon las experiencias de la técnica de telecomunicación acerca de la utilización múltiple de las líneas, volviendo a cobrar nueva actualidad los montajes dúplex de la telegrafía, los circuitos fantasma de la telefonía, el disco distribuidor de Baudot y, ante todo, los métodos según los cuales se había creado en una sola línea un gran número de « canales » por medio de una serie de frecuencias portadoras. Para transmitir por tales líneas artificiales el valor de medición era necesario « telegrafiarlo », es decir, convertirlo en impulsos de corriente, cuya separación entre sí o su número por segundo indicaba el valor medido. Por consiguiente, el transmisor era un instrumento de medida que transformaba incesantemente sus indicaciones en impulsos telegráficos, mientras que el receptor consistía en un dispositivo que recogía los citados impulsos, los transformaba y los conducía a un aparato de medida, en cuya escala, dotada de la aguja indicadora usual, se efectuaba la lectura directamente en voltios, amperios o kilovatios. Cuando se contemplaba el funcionamiento de estos aparatos telegráficos y electromecánicos de medición, de refinado perfeccionamiento, montados dentro de su caja negra y prote-

gidos por un cristal, se tenía una sensación de asombro por lo exiguo que resultaba el error de transmisión, no obstante lo complicado que era el proceso conversor.

Por regla general, el distribuidor de la carga se inhibía de las manipulaciones directas de conmutación, limitándose a poner de manifiesto sus indicaciones en los diversos lugares de la red. Muy distinto era el caso cuando el control sólo atendía exclusivamente a una central eléctrica o a un pequeño grupo del servicio, circunstancia en la cual podía ser conveniente que efectuara en forma directa la conmutación. Cuando se trataba de grandes distancias, por ejemplo, en relación con el mando de una subestación sin personal de servicio y situada a cierta distancia, no podía tenderse para cada conmutador, como es lógico, una línea especial de mando y, en lo posible, de contestación. Por esta razón se reparó en la idea de utilizar a tal fin los selectores de la telefonía automática. Cada uno de los conmutadores y, en una palabra, todo aparato que se accionase a distancia — que podían ser también compuertas para el agua, llaves de paso, válvulas de vapor, acoplamientos y demás elementos componentes de las máquinas — iba señalado por su correspondiente número, mediante el cual podía ser seleccionado al igual que un teléfono. De esta forma se logró salir adelante con una línea para todos los aparatos integrantes de un grupo de servicio. Como es natural, tenía que procederse con seguridad de que no se incurría en error alguno al transmitir la orden, siendo ésta la razón de que el conmutador «solicitado» devolviese automáticamente su cifra característica, la cual debía coincidir con la seleccionada. Sólo entonces recibía dicho conmutador, asimismo de manera automática, la orden definitiva de maniobra.

En conjunto, todos estos medios permitieron, de momento, tareas que parecían desesperanzadoras. Así, por ejemplo, pertenecía a una importante central hidráulica un salto de agua más pequeño, que aprovechaba a una altura superior la misma corriente de agua. En tal caso podía dejarse la central eléctrica superior totalmente sin personal y ponerla en servicio, según conviniera, desde la central principal. En ella podía seguirse entonces mediante un cuadro luminoso, cómo, después de pulsar los mandos principales de maniobra, se abrían las compuertas del agua, empezaban a funcionar las turbinas, hasta alcanzar su pleno régimen de rotación, se excitaban los generadores, se establecía el sincronismo con la red y cómo, por último, se conectaba automáticamente la central a la red. Para el profano, esto rayaba en la magia.

Al perfeccionarse estos dispositivos, en cuya tarea tomaron parte, como ya se ha expuesto, los técnicos electricistas de todos los países que contaban con la correspondiente industria, se pusieron de manifiesto, por

primera vez y con toda claridad, las dificultades que necesariamente habían de producirse como consecuencia de la especialización cada día más avanzada de la electrotecnia. La explotación de centrales eléctricas constituía, en orden a su origen, una oportunidad relativa a la técnica de la corriente de alta tensión, en la cual, como se comprende, intervenían también muchas tareas de la construcción de maquinaria. Sin embargo, se necesitaba con esta ocasión, en amplia escala, la cooperación de la técnica de medición y de la de telecomunicación, las cuales habían de estar íntimamente ligadas a los elementos componentes de la corriente de alta tensión, presuponiendo conocimientos sobre sus peculiares condiciones de servicio. No obstante, la mayor parte de las Firmas se ocupaban de una cosa o de otra, mientras que fundamentalmente todo ello, en la misma proporción, sólo lo atendía una Empresa en el mundo entero: la casa Siemens. Pero también en ella se habían independizado paulatinamente y, a veces, aislado entre sí, las distintas ramas hasta tal extremo, que el trabajo conjunto en el sentido de las nuevas tareas ofrecía serias dificultades. En detrimento de la labor no quedaban al margen las pugnas respecto a la «competencia».

Demostró ser extraordinariamente valioso en este caso que la pirámide de la jerarquía de Siemens rematase en un vértice perfecto, y a ello vino a agregarse que Carlos Federico v. Siemens fuera, en otro sentido muy distinto, un jefe de economía muy diferente a su hermano Guillermo. En lugar de dedicarse por sí mismo, como éste, a las invenciones, lo cual no se compaginaba con su temperamento, observaba sin actuar, pero muy atentamente, la evolución de las cosas dentro y fuera de la Casa. Después intervenía con su manera de ser afable, pero — no obstante — firme y decidida. Sin preocuparse de la resistencia opuesta por la jurisdicción, creó, a modo de puente entre los dos socios en pugna, la Siemens-Schuckertwerke y la Siemens & Halske, la «Siemens-Relaisgemeinschaft», no a manera de nueva Empresa, como podía imaginarse, sino exclusivamente en forma de Sección al margen del ámbito existente hasta entonces, la cual había de ser vigilada por un grupo compuesto de miembros de las Juntas Directivas de ambas partes, poniéndola bajo la dirección del polifacético y competente ingeniero Dr. Manfredo Schleicher, al cual adscribió un plantel de seleccionados especialistas procedentes de las distintas secciones de trabajo. Schleicher supo compaginar de excelente manera su trabajo y encauzarlo hacia la meta común, consiguiendo, al cabo de algunos años, que se reconociese con carácter general la destacada posición de la casa Siemens en este sector.

Los constructores y los propietarios de las centrales destinadas al abastecimiento de energía eléctrica para el público solían ser — aparte

de algunos Municipios importantes — Empresas, cuyo sector de suministro abarcaba varios «Länder» o provincias enteras. En Alemania eran Sociedades Anónimas de economía mixta, tal como la Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk, o bien cuyo capital se hallaba totalmente en poder del Erario público. El único representante de la economía privada todavía digno de consideración y que constituía una reminiscencia de las antiguas Sociedades de trust, la «Gesellschaft für elektrische Unternehmungen» (Gesfürel) fundada por el grupo Loewe, poseía evidentemente en Silesia extensas propiedadas en centrales eléctricas. Por lo demás, en Alemania se habían socializado, si así quería llamarse, la producción y la distribución de la energía eléctrica. De la producción de esta energía en Alemania — que en 1929 ocupaba, después de la de los Estados Unidos, el segundo lugar en importancia — correspondían alrededor de un 38 por 100 a los lignitos, un 37 por 100 a la hulla, un 15 por 100 a las fuerzas hidráulicas y un 10 por 100 al gas y al petróleo.

En la mayoría de los demás países se había impuesto la economía privada en el abastecimiento público de energía eléctrica. Con respecto a los Estados Unidos era lógico, pero también en los países europeos más importantes predominaba todavía, con carácter provisional, la Empresa libre. Como es natural, en los dos países que constituían la península escandinava, en Suiza y en Austria aparecía paulatinamente en primer plano el Estado. En todos estos países era usual que su producción de electricidad se apoyase principalmente en las fuerzas hidráulicas. Es cierto que éstas, según la legislación del correspondiente país, podían considerarse también como capital privado, si bien, debido a las numerosas ingerencias relacionadas con ello, la idea de confiar su aprovechamiento a las corporaciones públicas halló más eco que lo referente a la construcción de centrales térmicas.

Por el contrario, en Italia y España, aunque en estos casos se debiera también a la penuria en carbón de que adolecían estos países, ocupaba el primer lugar en la producción de energía eléctrica la fuerza hidráulica, llevando la primacía incondicional la economía privada. Mucho más se ponía de manifiesto esta circunstancia en Francia, en donde el Estado no figuraba fundamentalmente como empresario de la explotación de las centrales públicas, sin que por eso dejase de reglamentarla, con rigor y hasta el más ínfimo detalle, mediante una legislación que abarcaba extremos insignificantes. Especialmente se reservaba por completo para sí el derecho de otorgar concesiones, lo que en otros países se confiaba en amplia escala a las corporaciones de administración autónoma.

En Gran Bretaña se había producido inicialmente una fortísima desmembración en lo que se refiere a la economía de la electricidad, lo cual

hacía recordar lo sucedido con la minería. Después de la guerra se inició lentamente, bajo la influencia de una legislación bastante enrevesada, una cierta ordenación, por la cual se traspasaba en 1926 a una corporación de administración autónoma, creada al efecto, el comercio al por mayor en relación con la corriente eléctrica.

Ahora bien; las Empresas que operaban en los países citados, en los Estados de nueva creación en el Este, excepto Rusia, en los Balcanes, América Central y del Sur y en otros lugares del mundo donde se construían fábricas de electricidad, actuaban bajo los nombres más diversos, poseían, a su vez, Sociedades filiales y dependían entre sí en alguna forma. El enmascaramiento se había llevado en muchos casos hasta lo impenetrable. Si entonces se tomaba uno el trabajo de discernir — en la medida de lo posible, según los datos accesibles a la opinión pública — y de dibujar esquemáticamente estas relaciones, se obtenía una red confusa, la cual, no obstante, permitía apreciar que en ella existían algunos nudos principales. El más fuerte de todos estos nudos, en el cual se juntaban casi todos los radios, se hallaba en Bruselas, la capital de uno de los pequeños países europeos, que hasta la fecha no había jugado papel importante alguno en la historia de la electrotecnia.

En el año 1898 había fundado la AEG, juntamente con el Deutsche Bank, la «Deutsch-Überseeische Elektrizitätsgesellschaft», a fin de explotar concesiones en Buenos Aires. Algo más tarde participó también Siemens & Halske, a través de la Sociedad de trust, en la Empresa que después se difundió con bastante rapidez por América del Sur. Una vez finalizada la guerra, no hubo manera de hallar en Alemania los capitales necesarios para la ulterior ampliación, adoptándose la decisión de transformar la Sociedad — mediante la utilización de capital extranjero — en una Firma española, la «Compañía Hispano-Americana de Electricidad» (Chade). Los capitalistas extranjeros residían en España, Suiza y los Estados Unidos, pero, sobre todo, en Bélgica.

En este último país, también antes de la guerra había establecido la AEG contacto, por medio de su fusión con la Union Elektrizitätsgesellschaft, con la «Société financière de transport et d'entreprises industrielles» (Sofina), de Bruselas, dominando más o menos la Empresa por entonces todavía poco importante. Después de la guerra, y como consecuencia de los mismos motivos que concurrieron en el caso de la Chade, se vió desplazada de esta posición, avanzando paso a paso la Sofina, bajo la dirección de la extraordinaria actividad de Dannie Heinemann, apoyada por el poderoso Banque de Bruxelles, hasta convertirse en la Sociedad Holding más importante de Europa y quizá del mundo entero en lo que se refiere a las Empresas eléctricas. Participaban grandemente

en ella Bancos de Basilea y de Ginebra, a más del «Bank für elektrische Unternehmungen», de Zurich, el cual también se le había ido de las manos a la AEG, y la Gesfürel, la única Sociedad alemana de trust, digna de mención, que había quedado. En el año 1923 le salió a la Sofina una competidora en la «Société internationale d'énergie hydro-électrique» (Sidro), de Bruselas, la que el contrincante de Heinemann — el financiero Loewenstein — proyectaba transformar en un gigantesco consorcio de electricidad. Se llegó a una intensa lucha entre bastidores, que se prolongó durante años enteros, en el transcurso de la cual Loewenstein tenía pensado echar por la borda, mediante un paquete de acciones comprado en Bolsa, al Banque de Bruxelles. Finalmente, se hizo Heinemann con las riendas. Loewenstein falleció poco después, quedando entonces la Sidro a merced de la Sofina, lo mismo que la Chade y la «Elecrobel», fundada en el año 1929 por Bancos belgas. Desde este grupo, dominado por Heinemann, se tendieron — a través del Barón belga de Empain, quien había fundado en Bélgica tres Sociedades Holding de menor importancia — hilos hasta la Schneider & Cie., de Le Creusot. Esta Empresa, que originalmente desarrollara sus actividades en la industria del acero, había llevado también su afán de expansión al ámbito de los negocios electrotécnicos. Los mismos hilos se tendieron también hasta la «Société française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston», la cual fundara en su día la General Electric Co. y se había convertido en la Sociedad eléctrica más importante de Francia, controlando mediante sus numerosas filiales alrededor del 60 por 100 de la producción electrotécnica y el 50 por 100 de la obtención de energía eléctrica de dicho país. Precisamente en las Sociedades abastecedoras de energía eléctrica — procedentes en un principio de la Thomson-Houston y entre las cuales la «Société centrale pour l'industrie électrique», de París, era la de mayor importancia — se hacía sentir de manera muy manifiesta la influencia de la Sofina. Es evidente que las relaciones exactas apenas se adivinaban desde fuera, estando sometido, además, todo el conjunto a incesantes modificaciones.

La industria electrotécnica alemana, y especialmente la casa Siemens, tropezaban con dificultades casi insuperables en el negocio relativo a las centrales eléctricas del extranjero. Cuando, en casos de necesidad, se trataba de desenredar el ovillo, concluía el hilo, con harta frecuencia, en una fábrica francesa, belga, italiana o checoslovaca o bien en una de las filiales europeas de la General Electric Co. Tenían que surgir dificultades técnicas de índole muy especial, que las demás Firmas no fueran capaces de resolver — como el caso ya citado del grupo de turbinas para la central eléctrica de Schelle, en las proximidades de Amberes — para que se pudiera intervenir.

El hecho de que la labor técnica fué siempre el argumento más contundente para la consecución de los pedidos se puso de manifiesto en forma singularmente expresiva durante aquella época, con ocasión de proyectarse el abastecimiento de energía eléctrica de Irlanda. Cuando este país consiguió su independencia, tras enconadas luchas, después de finalizada la guerra, una de las primeras tareas que se fijó el nuevo Gobierno fué la de estudiar sus recursos naturales. Entre otros, había de perfeccionarse el aprovechamiento del Shannon, el principal río de la isla, siendo ésta la causa de que en el año 1923 apareciese en la Siemens-Schuckertwerke, en Berlín, una consulta sobre el suministro de determinada maquinaria.

En ella, en la Siemens-Schuckertwerke, los diversos proyectos de centrales hidráulicas de los últimos tiempos habían sido causa de que dentro de la Sección de Centrales apareciese un grupo de trabajo, el cual se ocupaba no sólo sino que, en el fondo, lo que hacía, en contestar consultas detalladas y preparar presupuestos, era examinar detenidamente las cuestiones relacionadas con tales proyectos. Estudiaba las condiciones geográficas y climatológicas del país en cuestión, poseía mapas pluviométricos, registros estadísticos sobre los caudales de las corrientes de agua y datos geológicos acerca de los cauces de los ríos, hallándose también al tanto de los eventuales planes tratados en relación con la respectiva corriente fluvial. En respuesta a su consulta recibió el Gobierno irlandés los datos requeridos, así como posteriormente un proyecto, por el cual se desarrollaba — mediante la adición de mapas, planos y cálculos — una propuesta mucho más detallada.

El río Shannon — en estos términos se exponía — era capaz de cubrir, aprovechando debidamente todas sus posibilidades, las necesidades de Irlanda en lo que se refiere a la energía eléctrica, previsibles para un futuro próximo. A este fin se proponía convertir en embalses alimentadores los tres grandes lagos atravesados por su curso superior, aprovechando, al mismo tiempo, como tierras de labor la zona que hasta entonces habían inundado, recoger el río en su mayor parte al salir del último lago y conducirlo hasta las proximidades de su desembocadura mediante un curso artificial, alineado y de pequeño desnivel, vencer en este lugar por medio de una esclusa el escalón del salto originado de ésta forma y aprovecharlo simultáneamente para una central hidráulica de alrededor de 150.000 Kw. (una vez concluídas las obras), para distribuir la energía producida, por último, a través de todo el país y conforme a los planos acompañados. La casa Siemens se comprometía a

realizar por sí misma todos estos trabajos, desde la agrimensura hasta la última estación de transformadores, calculándose los gastos en la cantidad de 100 a 120 millones de marcos.

Esta propuesta — que, en esencia, se debía a la iniciativa de H. Wallem, representante de Werner — causó gran impresión en Dublín, máxime por llamar la atención el hecho de que en Berlín se estuviese tan al corriente de lo que ocurría en Irlanda. Las conversaciones celebradas en Dublín y en Berlín cristalizaron en marzo de 1924 en un contrato previo, de conformidad con el cual la Siemens-Schuckertwerke había de realizar detenidos estudios «in situ» y preparar un detallado proyecto. Este fué presentado en septiembre de 1924, sometiéndolo a dictamen el Gobierno irlandés ante cuatro peritos de reconocida talla internacional, dos catedráticos de escuelas superiores suizas, uno sueco y otro noruego. Recomendaron al Gobierno la puesta en práctica del plan, con algunas pequeñas modificaciones, consiguiendo de esta manera la Siemens-Schuckertwerke, una vez obtenida la aprobación del Parlamento y de haberse habilitado los correspondientes fondos a través de la Shannon-bill, un pedido que, por su magnitud e importancia, aunque también por sus dificultades para llevarlo a buen término, recordaba la operación comercial del Indoeuropeo.

Lo mismo que en aquel caso, la primera cuestión que había de resolverse era la de un transporte de categoría. La Siemens-Bauunion fletó tres buques de 2.000 toneladas de registro bruto cada uno, los cuales navegaban sin cesar entre los puertos alemanes y Limerick, en la desembocadura del río Shannon. Lo primero que transportaron fueron tres grúas, que se montaron en el puerto de Limerick, a fin de poder descargar, al menos la pesada maquinaria destinada a las obras. Después se acarrearon 15 excavadoras de rosario, 16 palas excavadoras, varios aparatos grandes para decantación, 28 grúas, 3 blondines, 115 locomotoras de vapor, 8 locomotoras eléctricas, cerca de 2.000 vagonetas, unos 100 kilómetros de vía y 36 camiones, se construyó una línea para las obras, se montó una central eléctrica, dotada de 9 motores Diesel, de un total de 4.200 CV, con los correspondientes generadores, así como un taller central con más de 50 máquinas herramientas, fundición de bronce, taller para empalme de cables, otro para correas de transmisión, instalación de acetileno, generador de oxígeno, aserradero, carpintería, un almacén central, un almacén para explosivos, un campamento para 4.300 empleados y obreros irlandeses y otro para 450 ingenieros, maestros de taller y obreros especializados alemanes, los cuales, en parte, trajeron sus familias y también necesitaron una escuela con sus profesores. Entonces era llegado el momento de pensar en el embarque de los mate-

riales, ataguías, construcciones metálicas, tuberías, así como, más adelante, de las turbinas, los generadores, transformadores, aparatos de distribución, los postes para las líneas, aisladores y cables. Al cabo de escasamente cuatro años se entregó, en octubre de 1929, al Gobierno irlandés la instalación en condiciones de servicio. La central eléctrica iba equipada con tres turbinas y generadores para 30.000 KVA, cada uno, como potencia inicial. Se había previsto espacio para una ampliación al doble de capacidad. La red de líneas para 110.000, 38.000 y 10.000 voltios cubría todo el Estado libre de Irlanda, con una longitud total de 3.400 kilómetros, numerosos centros de distribución y estaciones de transformadores, entre los que se contaban tres de mayor importancia. Desde el punto de vista técnico y económico, la totalidad de la obra constituyó un éxito rotundo.

Cuando al cabo de siete años de guerra, revolución y luchas civiles quedó totalmente agotado, desangrado y depauperado por inanición el antiguo imperio zarista, para abocar, por fin, en una nueva ordenación estatal, si bien muy distinta, los nuevos gobernantes proyectaron el plan de movilizar, en el término de cinco años, los recursos naturales del país y montar a base de ellos una importante industria. Comoquiera que el planeamiento y la ejecución resultaban extraordinariamente complicados y de enmarañada burocracia para el concepto europeooccidental, a causa de la concatenación de toda una serie de Organismos, comisiones y autoridades competentes, se sentía fuera de Rusia — particularmente también en Alemania — inclinación a no tomar muy en serio el plan quinquenal, considerado como un supuesto «bluff» propagandístico. Pero la equivocación cometida fué grande. Al principio despacio, aunque con ritmo creciente, se renovaron las centrales eléctricas y brotaron otras más del suelo, entre las cuales se contaban algunas que, por su magnitud y por la forma en que estaban equipadas, podían compararse con las instalaciones más modernas del Occidente. Corría parejas la construcción de nuevas industrias, la excavación de nuevos pozos en la cuenca del Don, la producción de nafta en el mar Caspio y la erección de instalaciones para la industria del hierro, así como de metales ligeros y no férricos. Surgieron nuevos astilleros, fábricas electrotécnicas y de maquinaria, extendiéndose considerablemente la industria textil, del papel y de productos alimenticios. No es de extrañar que trataran de conseguir suministros para Rusia incluso países que poco antes habían participado en las distintas tentativas intervencionistas. En este aspecto, entre los grandes países industriales sólo estaban libres de culpa Alemania y los Estados Unidos, siendo éste el motivo de que — juntamente

con su potencialidad — recogieran la crema de los negocios brindados por Rusia.

Como es natural, el negocio era muy difícil y, con respecto a lo que se entendía en la economía libre por exportación, fundamentalmente distinto. Antes, la Empresa productora vendía al interesado a través de un representante en el país del segundo, pero en este caso ocurría precisamente todo lo contrario. El Estado ruso había monopolizado el comercio exterior y efectuaba las compras a través de sus representaciones comerciales, que organizó en todos los países importantes, directamente a la parte productora. Por este motivo había instalado también en Berlín una de estas delegaciones mercantiles, con la cual habían de entendérselas las fábricas Siemens, si es que querían hacer suministros a Rusia. En calidad de copartícipe de la representación comercial, montaron estas últimas una «Oficina Técnica Este», a la cual afluían los hilos del negocio ruso. Sobre todo, tenían que recibir a los numerosos visitantes rusos, las cuales se trasladaban a la Siemensstadt por mediación de la representación de compras, con el fin de tratar sobre proyectos, asesorarse técnicamente y ver las fábricas. En el transcurso de sus actividades se registraron alrededor de 80 comisiones distintas en la «Oficina Técnica Este», con más de 1.000 ingenieros, unos 200 profesores y 300 médicos, sin contar los generales y los diplomáticos. El embajador soviético de turno no dejaba de visitar la Siemensstadt.

Sobre esta base se desarrolló también entonces, entre los años 1923 y 1933, un magnífico negocio para la casa Siemens. Varios grupos de turbinas de vapor con potencias de 44.000 ó 50.000 Kw., toda una serie de grandes motores de corriente trifásica para accionamientos de trenes de laminación, todo el equipo de motores de una instalación laminadora de tubos, hornos eléctricos para acero, más de 1.000 motores regulables con colector, para corriente trifásica, con destino a 9 importantes fábricas textiles, instalaciones motrices para máquinas de papelería, instalaciones de distribución, cables para radiodifusión, repetidores telefónicos, los aparatos termotécnicos de medición y maniobra para las instalaciones de las centrales térmicas y gigantescas cantidades — por un total de alrededor de 30 millones de marcos — de instrumentos de medida de toda clase, entre ellos verdaderas masas de oscilógrafos y centenares de dispositivos de rayos X. Sumando todo esto, no cabe la menor duda de que la Rusia soviética ha sido el cliente más importante que jamás tuvo la casa Siemens.

Durante las conversaciones que precedían a todo pedido, los rusos se mostraban mezquinos, desconfiados y pedantes, queriendo enterarse de detalles por los que, aparte de ellos, nadie se interesaba; exigían las

garantías más amplias y más de una vez llevaron a los copartícipes alemanes a la desesperación por medio de su agotadora táctica de negociaciones. Al principio solían pedir ingenieros y montadores para las operaciones de instalación y puesta en funcionamiento, pero, con el tiempo, este caso fué cada vez más raro y la entrada en su país se dificultó de día en día. Sin embargo, una vez realizados los suministros y concluídos los trabajos de montaje que pudieran haberse estipulado, se efectuaban entonces los pagos conforme a lo estatuído y, por regla general, no se volvía a saber una palabra más sobre ello. Era muy raro el caso de que surgieran serias diferencias.

Entre los numerosos proyectos del plan quinquenal había uno que se caracterizaba singularmente por su volumen y por su audacia. Era éste la construcción de un muro de contención con una central eléctrica aneja y un tramo de esclusas en el Dniéper, en las cercanías de Saporozhe, que, durante la época de su construcción, se conoció por el nombre de Dniéprostroj.

En sí, este plan — por el que se proponía embalsar en dicha región el tercer río de Europa y hacer navegable todo el curso del mismo mediante la elevación de su nivel por encima del tramo situado más arriba y cortado por rápidos — había inquietado ya en el transcurso del siglo XVIII a los autócratas de las Rusias. Cuando el Gobierno soviético abordó nuevamente esta idea, el proyecto preparado por el profesor Alexandrow hacía el número diecisiete de su clase a partir del año 1900. Por razones de prestigio resolvió el Gobierno no realizar la construcción, como se pensó en un principio, en forma de concesión a una Empresa extranjera, sino llevarlo a cabo por su cuenta. Sin embargo, para proceder con las máximas garantías, decidió pedir a los especialistas extranjeros más competentes un extenso informe sobre el mismo, acerca de cómo estructurar con detalle el proyecto de Alexandrow y, sobre todo, acerca del mejor modo de realizar los trabajos, pues no cabía la menor duda de que primeramente tenían que construirse colonias y talleres, a fin de alojar a las personas y la maquinaria utilizada en las obras, considerándose quizá esta última más importante que las primeras en razón a que resultaba más difícil de renovar que aquéllas. Era menester contar, además, con el invierno ruso, el cual acostumbraba a finalizar con tremendas inundaciones provocadas por el río. Evidentemente se trataba de una obra muy compleja, que requería extensos y fundamentales trabajos previos sobre el terreno, antes de que siquiera pudiera darse la primera paletada. Esta fué la razón de que, en su búsqueda de asesoramiento para las obras, los rusos se dirigieran al Coronel Cooper, Jefe de la Firma constructora norteamericana del mismo nombre, conocida

por las obras del dique Wilson, y a la Siemens-Bauunion, que se había dado a conocer por la explotación del río Shannon. Contestaron éstos a la consulta con una extensa Memoria, que contenía muchos planos sueltos y en la cual se exponían detalladamente los preparativos y la ejecución de los trabajos. Se encargó de ella, después, una edición mayor en idioma ruso y fué estudiada a fondo por los ingenieros de aquel país.

Los dos asesores, cuyas opiniones solían discrepar, aun cuando, por lo demás, trabajaban conjuntamente en buena armonía, permanecieron —por deseo expreso de los rusos— en el lugar de las obras hasta concluirse éstas. A su influencia ha de agradecerse que el gigantesco parque de maquinaria para las obras se adquiriese prácticamente en su totalidad en Alemania y Norteamérica. Sin embargo, los alemanes no pudieron evitar que el pedido correspondiente a cinco grupos de turbinas, de un total de nueve, con sus generadores de corriente trifásica de 77.500 KVA a 88,2 revoluciones por minuto, cuyas ruedas polares solamente pesaban 438 toneladas cada una, fuera a parar a las Empresas norteamericanas. El resto querían los rusos fabricarlo por sí mismos. Cuando el 10 de octubre de 1932, aniversario de la revolución, se inauguraron solemnemente estas obras —el mayor embalse y la mayor central eléctrica del mundo—, los asesores extranjeros, entonces huéspedes de las fiestas, intuyeron que, en este caso, no se había realizado solamente una gran obra técnica y económica, sino también una trascendente labor política. No obstante, ninguno de los asistentes podía presentir qué espantosos acontecimientos habrían de desarrollarse escasamente diez años más tarde en esta gigantesca obra de ingeniería.

XXVII.

LOS CABLES DE LARGA DISTANCIA Y LA TELEGRAFÍA

Todo lo que en relación con las creaciones científicas de los técnicos de alta tensión —tal como se exteriorizó especialmente en la creciente ampliación de la teoría de la corriente alterna— fué aportado por la técnica de telecomunicación, hasta que estalló la primera Guerra Mundial, con vistas a la ampliación de la electrotecnia, apenas si se había visto influído por los conocimientos científicos, y ello a pesar de la importancia que pudieran haber tenido las innovaciones ligadas a nombres como Hughes y Baudot, o a haber adquirido firme concreción en el telégrafo rápido de Siemens. Otro tanto puede decirse de la telefonía. Ni las instalaciones de conexión múltiple, de servicio manual, ni los sistemas de comunicación automáticos se apoyaban en fundamentos científicos. Los creadores de todos estos sistemas telegráficos y telefónicos —sin excluir a Raps con sus instalaciones de dirección de tiro— eran, en el fondo, inventores de aparatos mecánicos, combinados con cualesquiera procesos de distribución eléctrica, muy complicados a veces. Manipulaban —si se admite la expresión en este contexto— con mucho ingenio y fantasía creadora para lograr cualquier aparato electromecánico, razón por la cual se decía a veces, en tono de broma, que el técnico de telecomunicación había brotado de un ilegal maridaje de la física con un mecánico. El primero que, en contraste con la ocupación hasta entonces predominante de los inventores con respecto a los aparatos, arremetió contra los procesos de la transmisión, provisto de suficiente instrumental matemático, fué Oliver Heaviside, aunque con ello se adelantó a su época. Contrariamente a Raps, Franke se había dado cuenta a tiempo de la trascendencia de esta cuestión, pero fué Pupin quien mostró con su invención la importancia que entrañaban los problemas de la transmisión y cómo podían afrontarse felizmente, valiéndose para ello de reflexiones matemáticas. Se ha descrito anteriormente la importancia que han tenido para el éxito final de la idea de Pupin los trabajos evolutivos realizados por Siemens & Halske, bajo la dirección de Ebeling. De esta forma, la «Oficina de venta de cables» de Ebeling o el «Labo-

ratorio central», posteriormente surgido de la misma, puede reputarse como uno de los primeros Centros consagrados al cultivo de la técnica científica de telecomunicación. El otro era, al menos en Alemania, la Oficina Central de Correos del Reich, la cual colaboró durante muchos años íntimamente con el citado Laboratorio central. Junto a estos dos Centros de investigación, también los norteamericanos, sobre todo los Bell Telephone Laboratories de la American Telephone & Telegraph Co., aportaron notables contribuciones a la penetración científica de la técnica de telecomunicación. Por consiguiente, no se comete injusticia alguna con respecto a las demás naciones, al afirmar que, en aquellos años comprendidos entre 1915 y 1930, los alemanes y los norteamericanos iban a la cabeza en la ampliación de los conocimientos científicos fundamentales.

Uno de los grandes pasos que dió la técnica de telecomunicación en las nuevas tierras que se extendían ante ella, se relaciona con dos componentes electrotécnicos, conocidos de antiguo. La bobina y el condensador se han reconocido, desde el comienzo de una electrotecnia científica, como los portadores de efectos físicos antagónicos. La inductancia de la bobina multiplicada por la frecuencia da, prescindiendo de su resistencia óhmica, su impedancia; la capacidad del condensador, multiplicada por la frecuencia, su conductibilidad. Expresado con más sencillez: cuanto más elevada es la frecuencia de una corriente alterna, tanta mayor resistencia le opondrá la bobina, y tanto mejor la conducirá el condensador.

Los técnicos de la corriente de alta tensión, que fueron los primeros investigadores de los fenómenos de la corriente alterna, habían hecho muy poco uso de esta idea. Ello se debía principalmente a que en sus redes tenían que enfrentarse, por regla general, únicamente con una sola frecuencia constante. Sin embargo, cuando los técnicos de telecomunicación comenzaron a desarrollar su arte, convirtiéndolo en ciencia, este fenómeno alcanzó señalada importancia, puesto que en las redes de telecomunicación, especialmente en las de telefonía, se presentaban toda clase de frecuencias. Los fenómenos llegaron a revestir singular interés cuando se combinaba entre sí, y en forma diversa, una serie de bobinas y condensadores.

Por ejemplo, puede conectarse en serie una cantidad de bobinas en el ramal de una doble línea y, partiendo de los puntos de unión, derivar en cada caso un empalme a otra línea, valiéndose para ello de un condensador intercalado. Esta línea aun permitirá el paso de frecuencias bajas, más ya no altas, puesto que, en el sentido de la comunicación, la cadena de bobinas opone a la corriente alterna una resistencia que crece con la frecuencia, mientras que le ofrece un cómodo camino en dirección transversal para retornar al punto de partida. Permutando los lugares de las bobinas con los de los condensadores, la línea se convierte en permeable a las frecuencias elevadas, rechazando las bajas.

Las condiciones de estas «redes recurrentes» se dilucidaron por primera vez en un concienzudo trabajo matemático del año 1915 por K. W. Wagner, colaborador de la Oficina Técnica de Telégrafos del Reich. Como, evidentemente, el tiempo de estos nuevos conocimientos había llegado a su sazón, G. A. Campbell solicitó en dicho año una patente norteamericana, basada en iguales consideraciones. Ambas publicaciones estimularon a otros, tanto en Alemania como en los Estados Unidos, a realizar nuevas investigaciones. Púsose de manifiesto que se estaba en condiciones de calcular exactamente de antemano la respuesta, esto es, la variación de la conductibilidad de un tal conjunto a medida que aumentaba la frecuencia y, por consiguiente, de proyectar también «filtros», como se decía en Alemania, que producían efectos muy concretos. Por consiguiente, pudieron crearse combinaciones de bobinas y condensadores, que dejaban pasar, casi sin resistencia, las corrientes alternas de baja frecuencia, mientras que, por encima de un límite deseado de frecuencia, subía empinadamente la curva de atenuación o sea la respuesta. Estos conjuntos los bautizaron los norteamericanos con el nombre de filtros pasa bajo, mientras que los que se hacían permeables únicamente por encima de un determinado límite de frecuencia, los denominaban filtros pasa alto. Finalmente, se proyectó una disposición que, de la totalidad de las frecuencias, sólo dejaba pasar un determinado grupo, pero que cortaba todo lo que quedaba por debajo y por encima de esta gama.

Cuando después de la primera Guerra Mundial — y al implantarse el repetidor en el servicio telefónico — tomó cuerpo la idea de la red paneuropea de cables de larga distancia, cuyo núcleo lo había de constituir la red alemana, surgió inmediatamente la cuestión del porvenir que le estaba reservado a la telegrafía, en vista de estos cables que, en un principio, se idearon para el servicio telefónico. Si bien es verdad que también parecía quedar preterida la importancia de la telegrafía por razón del impetuoso desenvolvimiento de la telefonía, siguió siendo, a pesar de todo, un importante sector del servicio de comunicaciones, el cual había de tenerse en cuenta en su reorganización. Era imposible tender, por separado, una red telegráfica, al lado de otra de cables de larga distancia. Sin embargo ¿no podía adentrarse con la telegrafía en los cables de larga distancia?

Naturalmente, de los 98 conductores dobles que contenía el tipo de cable telefónico alemán de gran distancia, más utilizado a la sazón, se

hubiera podido reservar una serie de ellos para fines telegráficos, pero si, cualquiera que fuere el telégrafo rápido — Morse, Hughes, Baudot o Siemens —, se hubiese operado en la forma usual con impulsos de corriente continua, las conversaciones sostenidas a través del mismo cable se habrían visto perturbadas de un modo inadmisible por el efecto de inducción, pues las intensidades de corriente, que se exigían a la telegrafía por aquel entonces, suponían un múltiplo de las corrientes telefónicas, sumamente débiles por cierto. Además, estos impulsos de corriente continua habría habido necesidad de conducirlos, salvando todas las bobinas de Pupin, los traslatores y los repetidores que no podían atravesar. En una palabra: de esta forma no había posibilidad de resolver el problema.

Cambió el aspecto al tomarse la decisión de introducir, como portadoras de los signos telegráficos en la línea, corrientes alternas de intensidad y frecuencia similares a las empleadas en la telefonía. Por consiguiente, en los aparatos telegráficos, propiamente dichos, no se necesitaba efectuar modificación alguna. Podía hacerse que los signos de corriente continua emitidos, por ejemplo, por un manipulador de Morse, accionasen un relé, que enviaba a la línea la corriente alterna producida por una pequeña máquina o por un generador de válvula para captarlo en el otro extremo mediante el correspondiente relé receptor, transformándolo nuevamente en impulsos de corriente continua. Cuando, después de la terminación de la guerra, se reflexionó en Alemania acerca de esta idea y se proyectó la nueva red de cables de larga distancia, se recordó otra proposición que Mercadier había tratado de poner inútilmente en práctica en el tramo de París-Lyon en los años 1880 a 1890 del pasado siglo.

Este inventor quería producir corrientes alternas de diversa frecuencia, valiéndose de diapasones, transmitirlas por la misma línea y captarlas al otro extremo mediante teléfonos que habrían de reaccionar invariablemente sólo a una determinada frecuencia, razón por la cual se los denominó « monoteléfonos ». De esta manera habrían de enviarse por una línea varios telegramas independientemente entre sí. Una idea similar se echa de ver en las explicaciones que hace Bell en relación con la célebre patente de teléfonos del 7 de marzo de 1876. Los experimentos de Mercadier no condujeron a resultado alguno, puesto que no podía alcanzarse, en una determinada frecuencia, el ajuste exacto de los monoteléfonos. Los esfuerzos realizados más tarde en el mismo sentido por otros inventores no tuvieron éxito alguno, porque la técnica de aquel entonces era todavía demasiado imperfecta. Sin embargo, al descubrirse las propiedades de los filtros de las redes recurrentes y la posibilidad de su

cálculo exacto, se poseyó un medio de separar netamente en el extremo de la línea las corrientes de diversa frecuencia, pudiéndose abordar la antigua idea con perspectivas de éxito.

En conexión con la Oficina Técnica de telégrafos del Reich, que por aquel entonces se transformó en la « Oficina Central de Correos del Reich », el Laboratorio central de la Wernerwerk, bajo la dirección de Lüschen, quien había hallado en Carlos Küpfmüller un competente colaborador, desarrolló un sistema de « telegrafía de corriente alterna», en el que, mediante unos transmisores de válvulas, se generaron seis distintas frecuencias que fluctuaban entre 400 y 1.590 ciclos. Como se advierte, estas frecuencias se hallan en la gama que sirve también para la transmisión de la voz, de forma que, en vez de una conversación, podían transmitirse seis telegramas distintos por la línea. Al final de esta última se amplificaba, por de pronto, la mezcla de frecuencias, se descomponía mediante seis conjuntos de filtro, conectados en paralelo en sus elementos componentes, esto es, en sus seis telegramas, transformando cada parte, por medio de rectificadores de válvulas, nuevamente en impulsos de corriente continua, los cuales, a su vez, accionaban el relé receptor de los distintos aparatos telegráficos. Algo más tarde se creó un segundo sistema, en el que iban dispuestas doce frecuencias portadoras en una gama de 300 a 1.700 ciclos. Estas doce frecuencias se producían en una máquina con doce ruedas polares. Por lo demás, su disposición era similar a la primera. Se decía que en una línea se habían creado seis o doce « canales telegráficos », calculándose que, si se ocupaban los doce canales con telégrafos rápidos Siemens, se podía telegrafiar toda la información de un gran diario por una línea doble, en el término de dos a tres minutos y a través de cualquier distancia. Si bien no pasó la cosa de un ejemplo teórico de cálculo, por razones bien fáciles de comprender, despréndese de ello que con la telegrafía de corriente alterna se había logrado un incremento de las posibilidades de transmisión, frente al cual todos los anteriores circuitos artificiales del servicio dúplex, que tanto habían dado que hacer a nuestros padres, carecían de importancia. Sobre todo, había desaparecido la distinción que hacía décadas venía arrastrándose entre las líneas telegráficas y telefónicas. Desde entonces sólo hubo un cable de gran distancia, siendo enteramente indiferente por cuál de sus conductores se telegrafiaba o se hablaba.

Mirándolo bien, la telegrafía de corriente alterna era lo mismo que se había hecho hasta entonces con la radiodifusión, desde que existían ondas no amortiguadas. Se manipulaba la onda irradiada desde el transmisor, captando el receptor los impulsos producidos al sintonizarse éste a la frecuencia del transmisor deseado. Por consiguiente, los elementos

que intervenían en el circuito de sintonía del receptor, correspondían a uno de los conjuntos de filtro, situados al extremo de la línea. Al igual que en ésta, existía en el éter ante el receptor una mezcla de frecuencias, de la cual se escogía, mediante la sintonía, la transmisión deseada.

Como ya se indicó anteriormente, el movimiento evolutivo en la radiodifusión se había fomentado por el hecho de que, debido a la producción y a la emisión de las ondas no amortiguadas, resultó viable «modular» éstas mediante la excitación de un micrófono, simplemente intercalado originalmente en el circuito de antena, de forma que transportaban la voz a través del espacio. Por medio de dispositivos adecuados, la «demodulación», podían reproducirse aquélla en el receptor. Cuando se inició el procedimiento, se imaginó el proceso sencillamente en tal forma, que las amplitudes de las oscilaciones no amortiguadas — los uniformes valores del tren de ondas — se hacían desiguales por efecto de la modulación, de forma que si en la representación simbólica se unían los distintos puntos de las crestas por medio de trazo, la curva resultante, o sea la «envolvente», representaba la transmisión. Ello presupone, como es natural, que el número de oscilaciones del primitivo tren de ondas no amortiguado — de la «portadora» — tiene que ser mayor que el de la transmisión, toda vez que habrán de existir numerosos valores de cresta de distinta altura si han de reproducir más o menos exactamente la curva de la transmisión. Esto es singularmente aplicable si la referida «curva de la transmisión» posee el complicado desarrollo de la oscilación de los sonidos articulados.

La idea era exacta, pero incompleta. Le faltaba un elemento que más tarde, en el aprovechamiento múltiple de las líneas, resultó ser muy importante. Sólo la consideración matemática más exacta de los fenómenos condujo a su descubrimiento.

Para describirlos, es menester mencionar que, en el servicio telefónico a través de grandes distancias, se había acordado considerar suficiente para una buena comprensión la transmisión de las frecuencias entre 300 y 2.400 ciclos. Una gama de esta índole se denomina banda de frecuencias, indicando ello, en este caso, que la banda tiene un «ancho», de 2.400 — 300 = 2.100 ciclos. Plantéase ahora la cuestión de saber qué ocurre si con esta banda se modula una frecuencia portadora de, por ejemplo, 6.000 ciclos, conectando el micrófono en el circuito de una antena, que irradie una onda no amortiguada de 6.000 ciclos. Sin embargo, al hacer esta consideración no es menester limitarse a la transmisión inalámbrica. Antes bien; puede suponerse que una oscilación no amortiguada de la citada frecuencia, producida por un generador de válvula, se hace llegar a una línea, a la cual se «comunica la voz» mediante un micrófono conectado convenientemente. Entonces, el sorprendente resultado de una reflexión matemática enuncia que, en la modulación de una frecuencia portadora a través de una banda de frecuencias, desaparece esta banda, surgiendo, en su lugar otras dos de igual ancho, a ambos lados de la referida frecuencia portadora. La superior contiene las frecuencias primitivas en el orden exacto, y la inferior, en el inverso. Las dos nuevas bandas se denominan laterales. Si sólo se toma en consideración la banda lateral superior, en orden normal, puede expresarse el proceso también de esta manera: por la modulación de una frecuencia portadora se desplaza la banda moduladora de frecuencias a otro lugar de la escala. Y éste era el factor decisivo. Su descubrimiento tuvo consecuencias económicas de carácter revolucionario.

Si la banda de frecuencias audibles, que en la posición natural alcanza de 300 a 2.400 ciclos, se desplaza, como en el ejemplo anteriormente expuesto, por efecto de la modulación al lugar de 6.300 . . . 8.400, queda sitio en la misma línea para dos bandas de frecuencias audibles contiguas, una en la posición natural y otra en la desplazada. Al final de la línea pueden separarse netamente entre sí por medio de conjuntos de filtro, conduciéndolas a dos receptores distintos, con lo cual, por efecto de la demodulación, se hace que la parte «desplazada» vuelva a ocupar su posición natural. De esta manera pueden transmitirse simultáneamente por la línea dos conversaciones, que no se perturban mutuamente. Bien es verdad que el requisito para ello es que la línea deje pasar la banda desplazada con sus elevadas frecuencias sin una amortiguación demasiado grande. Ya anteriormente se comprobó que la línea amortigua, por regla general, una oscilación tanto más intensamente, cuanto más elevada es su frecuencia. La «respuesta», o sea la dependencia de la amortiguación con respecto a la frecuencia, es, en general, una curva creciente. En las líneas aéreas, el incremento es moderado. Aparte de ello, discurre más o menos rectilíneamente y, por esta razón, se ensayó, por de pronto, el nuevo procedimiento en las referidas líneas aéreas. Para el origen de la idea es significativo el hecho de que ésta haya sido sustentada en Alemania por aquellas empresas partidarias de la telegrafía sin hilos, esto es, por Telefunken y por la C. Lorenz AG, la última de las cuales era una fábrica de aparatos de telecomunicación, modesta en un principio y ya existente en Berlín en 1880, que, en el transcurso de la guerra, también se había consagrado a la radiotelegrafía.

Entretanto, el Servicio de Correos del Reich no preveía, de momento, un gran porvenir para la telefonía de frecuencia portadora. Según hizo constar, adquirió obligatoriamente una serie de aparatos de ambas Casas para probarlos en sus líneas, pero manifestó, acto seguido, que las largas

líneas aéreas, todavía existentes, cederían paulatinamente el paso a la red de cables de larga distancia, que, por aquel entonces, se estaban montando. Sin embargo, esta red se tendió de antemano en tal forma, que satisfaría durante bastante tiempo las necesidades del servicio. Bien es verdad que las cosas presentaban un distinto cariz — como se decía en el Laboratorio central de Siemens & Halske — en los denominados países poco desarrollados, a los cuales, con excepción de Europa Central y Occidental y los Estados Unidos, pertenecía, en realidad, el mundo entero. En tales países, con menor densidad de teléfonos, habían de superar generalmente grandísimas distancias, y no cabía pensar, de momento, en cables de larga distancia. Durante mucho tiempo habría que seguir atendiendo, con líneas aéreas, importantes comunicaciones entre puntos muy distantes entre sí. Por consiguiente, tales aparatos se desarrollaron también en Siemens & Halske, se vendieron para Europa Oriental, América del Sur y la India, afanándose en su perfeccionamiento a base de las experiencias obtenidas en el servicio.

Con respecto a las consideraciones expuestas hasta ahora acerca de las comunicaciones telefónicas se había sentado tácitamente una premisa: de lo único que se trataba siempre era de salvar distancias por tierra. Las condiciones son muy diferentes, tan pronto como es menester atravesar el mar.

Hasta fines de siglo, el cable submarino había servido exclusivamente para la telegrafía. La telefonía a través de un cable de esta clase se haría imposible. El empotramiento de un par de conductores en el forro de gutapercha hubiera dado lugar a una atenuación como consecuencia de la gran capacidad de la línea, atenuación que ya hubiera hecho prácticamente impermeable el cable a una distancia de una docena de kilómetros, a no ser que se utilizasen conductores enormemente gruesos, como en el cable telefónico tendido por primera vez en el mundo en 1897 a través del Canal de la Mancha y por el cual aun era factible entenderse. Ahora bien; Heaviside había indicado, mucho tiempo antes que Pupin, que los efectos de la capacidad de un cable podían anularse mediante inductancias distribuídas uniformemente por el conductor. También había propuesto, como medio más sencillo, que se envolviese el conductor de cobre con una cinta de material magnético. Cuando, a principios de siglo XX, hubo de tenderse un cable de Helsingör a Helsingborg para enlazar la red telefónica danesa con la sueca, propuso Carlos Emilio Krarup — por aquel entonces, ingeniero de telégrafos del Gobierno danés — revestir los conductores con una línea helicoidal de alambre fino de hierro. El cable se construyó de acuerdo con las indicaciones de Felten & Guilleaume, que, por iniciativa del Servicio de Correos del Reich, ya se había ocupado en ideas análogas. La construcción

del cable respondió a todas las esperanzas que se habían puesto en ello. Un año más tarde se tendió igualmente con gran éxito por Felten & Guilleaume, de acuerdo con el sistema de Krarup, un cable germano-danés de Fehmarn a Laaland. Desde entonces se salvaron sin cesar todos los estrechos de Europa Septentrional y Occidental mediante cables telefónicos, entre ellos también dos a través del Canal de la Mancha.

Frente al sistema de Pupin, desarrollado casi al mismo tiempo, el cable de Krarup ofrecía el inconveniente de que, para conseguir igual efecto, se necesitaba mayor cantidad de material. Cada conductor de cobre había de ir revestido de alambre de hierro, lo cual costaba considerablemente más que la fabricación de las bobinas, que sólo se utilizaban cada dos kilómetros, poco más o menos. Además, el cable resultaba más grueso y más pesado. Por esta razón, no pudo prevalecer en tierra frente al cable de Pupin. Sin embargo, como cable submarino, era insustituíble, puesto que se evitaban las cajas para las bobinas.

La ambición de Ebeling no podía sobreponerse a que el procedimiento de Pupin — que él tanto fomentara, siendo en realidad, quien lo había desarrollado por vez primera — hubiese sido superado en un cierto sector por otro sistema a poco de su aparición. Construyó un manguito flexible y alargado, en el que colocó, una tras otra, las bobinas de Pupin, pudiendo empalmarse al cable como si formaran parte del mismo. El manguito poseía largas piezas cónicas de transición, es decir, que el cable engrosaba algo en los puntos en que iban las bobinas, recuperando posteriormente su diámetro original. Por lo demás, Ebeling desistió de la gutapercha, generalmente empleada hasta entonces para cables submarinos, y, al objeto de aminorar la capacidad, eligió el modelo usual en cables subterráneos con aislamiento de papel. Éste tuvo naturalmente que protegerlo mediante una funda de plomo, que en los cables submarinos y en atención a las dificultades de tendido, nadie se había atrevido a emplear hasta entonces. A considerables profundidades, el cable de plomo con el aislamiento de papel — toda vez que presenta huecos dentro de la funda — se vería oprimido por el peso de la columna de agua. Así, pues, se trataba de colocar por debajo de la funda de plomo un elemento portante en forma de bóveda, que sirviese de apoyo para la funda. Todo ello imponía un montaje complicado, que no se había experimentado anteriormente. No era extraño que las proposiciones de Siemens & Halske no hubiesen sido atendidas por el Servicio de Correos del Reich, el cual se había decidido, en lo que afecta a los cables submarinos, por el modelo de Krarup.

En consecuencia, Siemens & Halske se dirigió a la Administración de Correos de Wurttemberg — por aquel entonces todavía independiente —,

con la pretensión de que mandase tender un cable de Pupin desde Friedrichshafen, a través del Lago de Constanza, hasta Romanshorn. El lago tiene en este recorrido una profundidad máxima de 250 metros, esto es, más que cualquier mar europeo atravesado hasta entonces con cables de Krarup. El Servicio de Correos de Wurttemberg accedió a pasar el encargo, pero el tendido, ensayado en otoño de 1905, constituyó un fracaso, porque el diámetro de los tambores, destinados a la colocación del cable, resultó ser demasiado pequeño para los manguitos de las bobinas, los cuales no dejaban de tener cierta rigidez. Cuando al año siguiente se repitió la tentativa con instalaciones perfeccionadas, el tendido constituyó un rotundo éxito. En dos horas se atravesó el mar, cuya anchura era de 12 kilómetros, y el cable ha venido prestando servicio durante 40 años.

Pese a tal éxito, el Servicio de Correos del Reich no quiso saber durante algún tiempo nada acerca de los cables submarinos de Pupin, pues temía las dificultades de una reparación ante posibles averías. Hasta el año 1926 no recibió Siemens & Halske el encargo de establecer una comunicación entre Alemania y Dinamarca, la cual, al mismo tiempo, había de atender el servicio internacional, mediante un cable de 46 kilómetros de longitud, entre Warnemünde y Giedser, cable que llevaba 12 circuitos telefónicos de cuatro hilos con un total de 48 conductores. Un año más tarde, la empresa Felten & Guilleaume tuvo que tender un cable de Pupin, de 116 kilómetros de longitud, entre Stralsund y Malmö para la comunicación de Suecia con Alemania. Este cable tenía igualmente 12 circuitos telefónicos, con un total de 48 conductores. Hacía ya el tercer cable colocado por el mismo sitio. Los dos precedentes eran de modelo de Krarup, con dos y seis líneas dobles. Los tres cables eran propiedad común de los dos Estados participantes. Con el nuevo cable de Pupin se creyó poder atender en adelante las necesidades del servicio.

Esta opinión resultó errónea. Tres años más tarde surgieron apuros en el trayecto Malmoe—Stralsund, pues el auge económico de aquella época era extraordinario. Sin embargo, la colocación de un cuarto cable hubiera concitado sobre las dos administraciones participantes vivas críticas por parte de la opinión pública.

En esta situación, y aun cuando nada había tenido que ver la casa Siemens & Halske con el cable, se dirigió ésta a la Oficina Central de Correos del Reich, por iniciativa de su colaborador el Dr. H. F. Mayer, adscrito al Laboratorio central, con la proposición de emplear también en este caso el sistema de telefonía de frecuencia portadora, desarrollado por aquella Casa para las líneas aéreas, y duplicar su número en cada circuito telefónico mediante la creación de un segundo canal de trans-

misión. En realidad, ya se expuso anteriormente que, al crear el sistema, se sustentaba el criterio de que sólo había de utilizarse en líneas aéreas, porque la atenuación del cable aumenta rápidamente a frecuencias elevadas, de forma que no se puede alojar una segunda banda de frecuencias audibles en la gama de paso, relativamente estrecha. Esto rige para el cable de Pupin en mucho mayor grado que para el usual, puesto que la colocación de las bobinas de Pupin trae por consecuencia que se reduzca grandemente la atenuación en la gama de las frecuencias audibles normales — ésta es la finalidad de la adopción de tal medida —, si bien la frecuencia de corte asciende bruscamente a partir de un determinado valor. Si se da a las bobinas una inductancia menor (« carga más ligera »), aumentará realmente la frecuencia de corte, pero, en cambio, se elevará también la atenuación en la gama de paso. Al perfeccionarse los amplificadores, pudo hacerse más elevada la atenuación en la gama de las frecuencias audibles, ya que el amplificador la volvía a compensar. Con la carga más ligera se obtuvo simultáneamente una serie de ventajas, que se hicieron perceptibles en la transmisión de la palabra a muy grandes distancias. De acuerdo con estos principios se había equipado el mencionado cable germanosueco. Su frecuencia de corte era, con 5.400 ciclos, considerablemente mayor que en los cables submarinos de Pupin, tendidos con anterioridad. Ello bastó precisamente para colocar sobre la banda normal de frecuencias audibles otra banda lateral inferior de una frecuencia portadora modulada de 5.000 ciclos. La proposición de Siemens & Halske fué susceptible de realizarse con menos aparatos en las dos estaciones amplificadoras, situadas en los extremos del cable. De esta manera se duplicó el número de circuitos telefónicos, ahorrándose, por consiguiente, el gasto del tendido de un nuevo cable, que ascendería a varios millones. Es comprensible que todos los participantes se enorgulleciesen mucho de haber hallado una solución así.

El éxito alcanzado por el denominado cable sueco había tenido amplias repercusiones. Por de pronto, Siemens & Halske, al igual que Felten & Guilleaume, habían considerado tan útil como grata la colaboración encaminada al perfeccionamiento del cable sueco. Por esta razón se celebraron varias conversaciones entre los dos copartícipes acerca de la cuestión del cable telefónico submarino, como consecuencia de lo cual se acordó en el año 1930 que Siemens & Halske participase a medias en la sociedad filial de Felten & Guilleaume, la « Norddeutsche Seekabelwerke », en Nordenham. De esta manera volvieron a obtener, por fin — desde la pérdida de Siemens Brothers —, la posibilidad de tender cables submarinos con un buque cablero propio, el « Norderney ».

Sin embargo, todavía más importante era la influencia que el cable

sueco ejerció sobre la estructura de la red europea de cables de larga distancia. Ya se ha mencionado que, basándose en determinadas experiencias, se había pasado a reducir paulatinamente la inductancia de las bobinas de Pupin. Paralelamente a la modalidad más antigua — la carga «pesada» — se distinguía en Alemania, finalmente, una carga «mediana», otra «ligera» y otra «muy ligera». El último impulso para reducir la pupinización lo había proporcionado el hecho de que la velocidad de propagación de las ondas a lo largo de los conductores se ve disminuída por la inductancia de estos conductores, y que basta con que la palabra tarde medio segundo en recorrer la distancia entre el micrófono y el auricular, para dificultar extraordinariamente una conversación normal. Sin embargo, cuando la distancia entre los interlocutores alcanza varios miles de kilómetros, tampoco dejan de surgir tales tiempos en el caso de una intensa pupinización. Por consiguiente, cuanto mayor era la distancia por la que se hablaba, tanto más había que alejarse de la primitiva invención de Pupin y tanto mayor era también — lo cual constituía una nueva ventaja — la frecuencia de corte de la línea y tanto menor tenía que ser asimismo, como es lógico — lo cual suponía una gran desventaja económica — la distancia de los repetidores entre sí. Por esta razón se pasó, no sin dificultad, a las cargas ligeras, utilizándolas exclusivamente en las comunicaciones internacionales de gran magnitud.

Sin embargo, se ofrecía aquí la implantación de la telefonía de frecuencia portadora como un grato medio auxiliar para aprovechar mejor las costosas líneas. La carga «ligera» permitió intercalar otra banda de frecuencias audibles en toda línea, mientras que la «muy ligera» toleró la agregación de otras tres, de forma que, en el primer caso, el rendimiento del cable se duplicaba y, en el segundo, se cuadruplicaba. Finalmente, se eliminaron por completo las bobinas de Pupin, y ello por primera vez en la Gran Bretaña en el año 1935, pudiéndose entonces transmitir, con el conductor «sin cargar», 12 conversaciones simultáneas por cada línea doble, naturalmente utilizando bastantes repetidores.

Casi al mismo tiempo se había sacado en Alemania y en los Estados Unidos una radical conclusión del desenvolvimiento que había tenido lugar hasta entonces, creando para ello un cable, que, en comparación con los modelos existentes, poseía una atenuación natural, sumamente reducida. La atenuación depende, en primer término, de la resistencia óhmica y de la capacidad y, en segundo lugar, de la derivación (pérdidas por fugas) del cable. Por esta causa, los esfuerzos habían de orientarse a construir un cable con muy reducida capacidad, esto es, una gran distancia entre los conductores con escasas pérdidas dieléctricas del medio separador y un excelente aislamiento mutuo de los conductores.

El resultado final de tales consideraciones fué un cable concéntrico, que, en la solución alemana, constaba de un conductor interior de 5 mm. de grueso. Éste se hallaba alojado en una funda circundante de forma tubular, de 18 mm. de diámetro interior, y se hallaba sostenido por medio de unos discos o de un elemento helicoidal, fabricado de «styroflex», uno de los materiales sintéticos de grandes moléculas, recientemente construído por la industria química. El cable contenía sólo esta doble línea concéntrica, siendo su atenuación tan exigua, que podían utilizarse nada menos que 200 bandas de frecuencias audibles en la gama situada entre 30.000 y 690.000 ciclos. Por encima de esta zona existía, además, la posibilidad de transmitir, hasta el límite de tres millones de ciclos por segundo, los impulsos de alta frecuencia, necesarios para la televisión, pues esta modernísima posibilidad técnica iba a implantarse también en Alemania, inicialmente transmitida a través de cables. De esta manera, el «cable de banda ancha» coronó el perfeccionamiento de la técnica telefónica, destinada al servicio de larga distancia.

El cable de larga distancia respondía a las exigencias impuestas por la telefonía, pero, como ya se indicó, lo había acogido la telegrafía en su programa de comunicaciones, una vez que ésta logró utilizar la corriente alterna de frecuencias audibles para la transmisión de sus señales. Esto nos hace remontar al desenvolvimiento de la telegrafía, que habíamos interrumpido al describir los telégrafos rápidos de Siemens.

Guillermo v. Siemens, al presentar su primer modelo en 1903, había hablado también de otros inventores, que se ocupaban de los nuevos sistemas telegráficos. Los más renombrados de entre ellos fueron Murray y Creed.

Donald Murray, oriundo de Nueva Zelanda, se había dedicado en un principio a la construcción de una máquina de componer, y de ésta desarrolló un telégrafo, con arreglo al alfabeto de cinco impulsos, en el que, para efectuar la emisión, se perforaba una cinta de papel mediante una especie de máquina de escribir. La referida cinta pasaba por un transmisor, era recorrida mediante unas palancas palpadoras y emitía combinaciones adecuadas de impulsos de corriente por la línea. El receptor producía, a su vez, una cinta perforada, idéntica al transmisor. Con total independencia cronológica del proceso de transmisión, podía hacerse pasar en la parte receptora la cinta perforada a través de una máquina, o sea el «traductor», en el que figuraba la primitiva idea inventada por Murray. En lugar de la máquina de componer, era una máquina de escribir la que, por la combinación perforada de la cinta, hallaba el signo aludido, pulsándolo en la forma usual con palancas de tipos sobre una hoja.

Federico Jorge Creed, del Canadá, desarrolló — aproximadamente en la misma época en que surgió el telégrafo de Murray — un traductor, el cual se diferenciaba del de Murray en que la letra, al igual que los demás telégrafos impresores, era imprimida por una rueda giratoria de tipos. Como las rutas y los objetivos de ambos inventores coincidían ampliamente, determinaron fusionar sus patentes y construyeron conjuntamente el teleimpresor Murray—Creed, que, por cierto, no pasó de ser un ensayo, pues Murray era un espíritu inquieto, que pronto se entregó a nuevos proyectos. Se separó nuevamente de Creed, quien seguidamente fundó la firma Creed & Co. Ltd. Engineers en Croydon, no lejos de Londres, a fin de explotar por sí mismo su invento. Hacia 1911, Murray se puso en contacto con la Western Union Telegraph Co. de Nueva York, la mayor compañía norteamericana de telégrafos terrestres y marítimos. Esta compañía se interesaba por su patente y sus demás proyectos. Le dió facilidades para desarrollar un telégrafo rápido, que se dió a conocer en el año 1914 bajo la denominación de «Western Union Multiplex» y que fué construído por la Morkrum-Kleinschmidt-Corporation, de Chicago.

Este aparato abarcaba todos los elementos de la evolución alcanzada hasta entonces. Los despachos se punzonaban primeramente con una perforadora, dotada de un teclado de máquina de escribir, en una cinta, pulsada por un transmisor de palancas palpadoras, pasando a la línea como impulsos de corriente con arreglo al alfabeto anteriormente citado. El receptor los transformaba inmediatamente en un traductor según Creed, imprimiéndolos por medio de una rueda de tipos en la cinta telegráfica usual y, en otro modelo, sobre una hoja para máquina de escribir. Además, poseía un disco distribuidor, de modo que podían trabajar en la misma línea hasta seis series de aparatos. Como a poco de su aparición estalló la guerra, la cual impidió a los telégrafos rápidos Siemens el acceso a la mayor parte de los países extranjeros, fué una cosa relativamente fácil para la Western Union Multiplex implantarlo allí como «el» telégrafo rápido por excelencia.

Sin embargo, el telégrafo rápido tenía contadas sus horas. Guillermo v. Siemens había visto acertadamente las cosas cuando en la conferencia, ya mencionada, dijo: «La Administración de Telégrafos carece, efectivamente, menos de aparatos telegráficos que de telegramas . . .». Por desgracia, no sacó las debidas conclusiones de esta idea, sino que se aferró al plan de crear un alarde técnico, que en la época de guerra, con sus peculiares condiciones, sólo vivió una efímera época de florecimiento, para ser únicamente codiciado por ciertos países de ultramar. Mientras que los dos grandes precursores, el aparato de Hughes y el de Baudot,

iniciaron cada uno de ellos con su aparición una nueva era y, por esta razón, mantuvieron individualmente su importancia por espacio de casi medio siglo, el telégrafo rápido Siemens y su competidor, el Western Union Multiplex, llegaron demasiado tarde al mundo y, ya después de un breve lapso de vida, perdieron su importancia, porque había despuntado una nueva época, la cual planteaba nuevas exigencias.

Algunas cifras señalan las causas del cambio de la situación.

En el período comprendido entre 1900 y 1925, el número de telegramas despachados por el Servicio de Correos del Reich había pasado de 46 a 50,3 millones, lo que suponía un incremento del 10 % aproximadamente, pero el número de conferencias interurbanas — es decir, sin incluir las urbanas y las de los términos municipales — de 18,5 a 243,6 millones, es decir ¡más de 13 veces!

Aparte de esto, la conferencia interurbana era, por término medio, doble más cara que el telegrama, pero de nada sirvió todo ello: la situación fué desesperada para el telégrafo.

Por razón de que, en casi todos los países europeos, los servicios de telégrafos y de teléfonos dependían de la misma Administración estatal, se consideró esta evolución como algo enteramente lógico. Lo que perdía el telégrafo, quedaba compensado con creces por el teléfono. Sabido es que los ingresos de ambos afluían a la misma Caja. Por lo tanto, no se hicieron más quebraderos de cabeza acerca de cómo podía ofrecérsele al público el servicio de telégrafos en forma más cómoda y más grata, sino que, al igual que siempre, se hacía ir al público a la ventanilla, para que entregase allí sus telegramas. El comunicar por teléfono los telegramas de salida y de llegada arraigó con lentitud, y precisamente esto fué lo que indujo al público a utilizar entonces el teléfono para transmitir toda clase de noticias. Mientras que el Servicio de correos había puesto el teléfono al alcance de todos, retenía al telégrafo temerosamente en la «Oficina», toda vez que sólo puede manejarse por expertos.

En los Estados Unidos, las cosas habían evolucionado de un modo algo distinto. Después de que la Western Union — que despachaba aproximadamente el 85 % del servicio telegráfico en los Estados Unidos — y la compañía Bell se habían puesto de acuerdo, por aquel contrato de 1879, en el sentido de que una de ellas había de considerar como dominio exclusivo suyo el negocio de los telégrafos, mientras que la otra haría suyo el de teléfonos, estipulación ésta a la que se adhirieron expresa o tácitamente las restantes Empresas interesadas en la telegrafía, la lucha entre el telégrafo y el teléfono tenía que convertirse en una cuestión vital para las compañías telegráficas. Bien es verdad que en la vida comercial norteamericana — dadas las grandes distancias del país y el

carácter especulativo de muchos negocios — había desempeñado tradicionalmente el telégrafo un papel distinto que en Europa. Las estipulaciones expresadas documentalmente eran algo lógico para los norteamericanos desde «la época precursora», pero, a pesar de todo, la telegrafía se había sentido acosada cada vez más por la competencia del teléfono. Así, pues, las compañías se vieron pronto obligadas a ejercer en mayor proporción que hasta entonces la captación del cliente. A poco de ello, era la cosa más natural del mundo que, no sólo en cada estación, sino también en todo hotel de importancia, hubiese un aparato telegráfico, para cuyo manejo se habían adiestrado los empleados de la empresa. Entonces tampoco supuso un gran paso adelante que periódicos, Bolsas, corredores, empresas navieras, compañías de seguros, casas de expedición, empresas comerciales de toda índole y, finalmente también, los establecimientos importantes de la economía industrial se adhiriesen a la red telegráfica.

Ahora bien; este «nexo» no podía ciertamente imaginarse como si fuera una red de teléfonos. Una estación telefónica puede comunicar con cualquiera, pero no un aparato Morse con uno de Hughes. Por otra parte, el servicio de la central es mucho más difícil, porque lo que oralmente resulta muy sencillo, o sea recibir y confirmar los deseos del abonado, es preciso hacerlo, en este último caso, por un procedimiento escrito, considerablemente más complicado. En consecuencia, se limitaron a dotar ciertas comunicaciones frecuentes de aparatos de la misma índole, creando un procedimiento simplificado de transmisión, o también empalmar definitivamente entre sí otras comunicaciones, por ejemplo, las de las oficinas centrales de las grandes empresas de expedición con sus almacenes. Esta evolución había experimentado ya en los últimos años anteriores a la guerra un poderoso auge, lo que indujo a la Morkrum-Kleinschmidt-Corporation de Chicago a desarrollar, basándose en los elementos constructivos de la Western Union Multiplex fabricados por ella, un sencillo aparato telegráfico, que podía ponerse en las oficinas de todas aquellas personas interesadas en el «Servicio telegráfico de abonados».

Poco después de la ruptura de las hostilidades se ocupó Ehrhardt, constructor del telégrafo rápido de Siemens & Halske, igualmente en la cuestión de cómo podía simplificarse y abaratarse dicho aparato, conservando más o menos sus principales elementos, pero dándole una menor velocidad de funcionamiento, para poder utilizarse también en líneas de tráfico menos intenso.

En Chicago, al igual que en Berlín, se comprendió claramente desde un principio que, teniendo en cuenta la simplificación ansiada, lo

primero que había de suprimirse era la preparación de la cinta perforada. La transmisión debería comunicarse directamente a la línea desde el teclado. Además, había que liberarse del sincronismo de los aparatos telegráficos, hasta entonces utilizados.

Es menester recordar lo que significa el sincronismo. En el momento en que la combinación había transmitido para la impresión un determinado signo, éste tenía que hallarse, en la rueda de tipos, precisamente delante del dispositivo impresor. Por consiguiente, el mecanismo transmisor tenía que «saber» cómo se hallaba en cada caso la rueda de tipos del receptor, y esto sólo podía lograrse si su situación coincidía precisamente con la suya propia. Otro tanto pasaba cuando ya no existía rueda de tipos alguna, sino que la impresión, tal como ideó Murray, se realizaba mediante palancas de máquinas de escribir. En cualquier parte del aparato existía entonces un eje giratorio, para el cual regía lo adecuado. Sin embargo, el mantenimiento del sincronismo había proporcionado máximas dificultades a todos los constructores. Los reguladores de velocidad, que funcionaban perfectamente, y los impulsos especiales de corriente para el control mutuo del transmisor y del receptor, complicaban enormemente el referido mecanismo. Pero, sobre todo, las dos estaciones corresponsales habían de lograr primeramente el sincronismo cada vez que se ponían en servicio, para lo cual se necesitaba un personal competente. Por lo tanto, tales aparatos no podían dejarse en manos de profanos.

En la actualidad resulta difícil comprobar quién concibió la idea liberadora. Aun cuando en la casa Siemens se afirmó durante mucho tiempo que el primero había sido Ehrhardt, la opinión se inclina hoy a creer que lo han sido los norteamericanos. En este caso ocurrió como tantas veces: la idea se cernía en el ambiente y prendió en varios puntos casi de un modo simultáneo.

De todos modos, alrededor de la época en que estalló la guerra, surgió en la Morkrum-Kleinschmidt-Corporation un nuevo aparato telegráfico, el denominado «teletipo», el cual puede traducirse por «telescriptor» o «máquina telescriptora». Este modelo resolvió el problema del sincronismo, por el hecho de que las partes giratorias iniciaban su movimiento, en relación con cada nuevo signo, desde la misma posición fija de partida y volvían a pararse después de efectuar una rotación. Ello tenía la ventaja de que, al comenzar el movimiento, existía invariablemente el sincronismo y de que la posible diferencia ínfima en el régimen de rotación del transmisor y del receptor, el cual podía ajustarse a velocidades de giro más o menos parecidas, mediante sencillos dispositivos reguladores, no podía repercutir perniciosamente en el transcurso de una

rotación. La discrepancia se produce, porque estos pequeños errores se suman constantemente en los ejes de funcionamiento continuo. Por consiguiente, en cada nuevo signo se ponía en marcha el aparato, realizaba una rotación y volvía a detenerse. La puesta en marcha y la detención del receptor se efectuaban desde el transmisor mediante un impulso especial de corriente, de modo que con los cinco impulsos del signo propiamente dicho se necesitaban, en total, siete de ellos. Este modo de funcionamiento lo denominaban los norteamericanos: «start-stop». El Servicio de Correos del Reich introdujo más tarde la denominación de «aparatos arrítmicos» para aquellos que funcionaban de acuerdo con este principio.

Así expuesta, la cosa no puede parecer más sencilla, pero fué necesario realizar numerosas y arduas pruebas y modificaciones hasta que el primer modelo de teletipo, cuyo receptor poseía, además, un traductor según Baudot y una rueda de tipos, pudiera ponerse a disposición del servicio comercial norteamericano.

La competencia berlinesa, que trabajaba en torno al mismo problema, se había visto algo refrenada por razón de las circunstancias bélicas. En 1916 lanzó el «telégrafo pendular», si bien es verdad que no pudo ensayarse hasta que terminó la guerra. Funcionaba como aparato arrítmico, derivándose su nombre de que en el eje principal del transmisor y del receptor había intercalado, como elemento pendular, un potente muelle helicoidal, con el cual se absorbían los fuertes golpes de su funcionamiento intermitente. El aparato resultó un fracaso. El Servicio de Correos del Reich lo rechazó rotundamente en 1921, después de haberlo ensayado durante varios años. Con la Administración sueca de Telégrafos, que había adquirido una serie de aparatos, se produjeron serias desavenencias. Por esta causa, Ehrhardt se entregó a un nuevo proyecto, que trataba de extraer consecuencias de tal desacierto y que había de entregarse para su ensayo al Servicio de Correos del Reich a mediados del período comprendido entre 1920 y 1930. Se denominaba «telégrafo rápido de teclas», cuya primera parte del término quería decir que del primer portador de este nombre se habían tomado, al igual que con respecto a su desafortunado predecesor, importantes elementos componentes, sobre todo el método de traducción. El Servicio de Correos había adquirido, entretanto, otros sistemas a título de ensayo, y entre ellos un aparato arrítmico de Creed y el nuevo teletipo perfeccionado de Morkrum-Kleinschmidt, que, en el ínterin, había pasado de la rueda de tipos al cesto de tipos de la máquina de escribir. Exteriormente, el aparato tenía el aspecto de una máquina de escribir algo voluminosa. Estos aparatos extranjeros, especialmente los de Morkrum-Kleinschmidt, le agradaron al Servicio de Correos del Reich más que el de Siemens &

Halske. Aquél lo justificó en un detallado informe, diciendo que, en tal caso, la «traducción» de la posición de los cinco relés receptores se realizaba en la pulsación de la letra mediante elementos de transmisión mecánica, mientras que el modelo presentado por Siemens & Halske, sucesor del telégrafo rápido, se aferraba fundamentalmente a la transmisión eléctrica, ya utilizada por éste. En opinión del Servicio de Correos, una transmisión mecánica era menos sensible a las averías que la eléctrica. El que en la crítica del Servicio de Correos se hiciese constar: «la ejecución mecánica del aparato rebasa toda alabanza...», ponía de manifiesto que no estaba descontenta con el taller, sino con las secciones técnicas y de proyectos.

Si se tenía en cuenta que entre el Servicio de Correos del Reich y Siemens & Halske existían, desde hacía muchos años, vínculos de fructífera colaboración y que en el perfeccionamiento del sistema del teléfono automático y de la red de cables de larga distancia habían fomentado ambas Entidades el desarrollo técnico en una ejemplar labor común, sólo podía existir malestar en la Dirección de la empresa Siemens & Halske en cuanto al rumbo que tomaban las cosas relacionadas con la telegrafía. Pero esto de la telegrafía jamás había marchado en Siemens & Halske tal como realmente lo hubiera requerido la tradición del «Instituto de Construcciones Telegráficas», y ello no podía hacerlo olvidar incluso la fama, deliberadamente subrayada, del telégrafo rápido. La raíz del mal estribaba — como Franke tuvo entonces que reconocer — en que en tal cuestión divergían, desde hacía unas generaciones, los proyectos y las ventas. Por doquier existía en Siemens & Halske una Sección de Ventas, la cual asumía también la responsabilidad del desarrollo de los productos a ella encomendados, responsabilidad que incluso quedaba entendida si los laboratorios y los centros de construcción colaboraban fuera de la Sección, mientras que, en este caso, la denominada Sección de Telégrafos no ejercía influencia alguna en la estructuración de los aparatos telegráficos, y lo único que hacía, era expender los productos anejos del telégrafo. A Jorge Schmidt, jefe de la Sección durante muchos años y quien, precisamente por aquel entonces, había muerto en la brega, no cabía hacérsele por ello demasiados reproches, pues ¿qué podía intentar él, si el propio jefe de la Casa creía poder inventar aparatos telegráficos, juntamente con algunos colaboradores, en su propio laboratorio particular? A partir de aquel momento, la situación se enmarañó por completo: los inventores y los constructores no captaban el ritmo de la vida. Una estadística, a la vista de Franke, ponía de manifiesto que el Laboratorio central había consumido, por sí solo, en los tres años últimos alrededor de un cuarto de millón en con-

cepto de gastos de proyectos, únicamente para aparatos telegráficos, quedando el resultado de su labor drásticamente ilustrado por la carta de la Oficina central del Servicio de Correos del Reich. Así no podían seguir las cosas.

Pablo Storch, el nuevo jefe de la Sección de Telégrafos, dispuso, por de pronto, que junto al telescriptor «eléctrico», entonces en vías de realización, se crease otro «mecánico» a la mayor brevedad posible. No hizo caso alguno de la objeción de que, en este sentido, casi todos los caminos se hallaban interceptados por las patentes de Morkrum o de Creed. De momento, lo que había que hacer era buscar la mejor solución, sin miramiento alguno en relación con dichas patentes. Ya habría lugar a ponerse, en alguna forma, de acuerdo con la casa C. Lorenz A. G., concesionaria alemana de la licencia de Morkrum y con la que se habían implantado, a la sazón, los teletipos en Alemania, máxime al no ser irrefutables diversas patentes. Como último recurso, no quedaba más remedio que pagar las patentes. Teniendo en cuenta el hecho de que la empresa Siemens & Halske, una vez terminados sus trabajos y provista de toda clase de derechos de propiedad, podía presentar dos soluciones, la eléctrica y la mecánica, accedió Lorenz a establecer un acuerdo de patente y canon. El nuevo telescriptor mecánico agradó, desde el primer momento, a los expertos en la materia, incluso al Servicio de Correos, debido a su aspecto externo. Como siempre, era la labor del taller, la cual «estaba por encima de toda alabanza».

El nuevo espíritu que reinaba en la Sección de Telégrafos, y que también se adueñó de varios colaboradores jóvenes, condujo a un rápido aprovechamiento del éxito. No sólo se querían vender aparatos telegráficos al Servicio de Correos; también deseaba mostrársele cómo había de ser la telegrafía moderna. El telescriptor no sólo ha de figurar en las oficinas de telégrafos, se decía, sino también en las de Entidades particulares, exactamente igual que el teléfono. Del mismo modo que con respecto a este último, era menester construir cuadros enteramente automáticos, a los que pudiera solicitar su incorporación cualquier interesado. Con arreglo a una lista de abonados podía elegirse entonces al que se deseara, empleando sencillamente un disco de números, dispuesto en el aparato. Se anunciaba entonces automáticamente con su nombre — aun cuando el aparato del otro lado no estuviese atendido —, pudiendo transmitirle la misiva que se deseara comunicar en aquel momento. Para poner de manifiesto que tales dispositivos eran factibles y para mostrar el modo en que trabajaban, se organizó — mediante unas líneas arrendadas al Servicio de Correos — entre Siemensstadt y diversos organismos externos un servicio experimental, que arraigó bien y que se hizo rápida-

mente popular en la casa Siemens. El nuevo procedimiento fué exhibido a las personas relacionadas comercialmente con la Casa. Algunas grandes empresas organizaron igualmente una red particular de esta índole y la Prensa diaria fué debidamente aprovechada para emprender una campaña de propaganda.

Entonces se inquietó el Servicio de Correos, ya que en la labor propagandística realizada no dejaban de propinarse golpes de flanco contra el lento procedimiento de que adolecían hasta entonces la admisión y el reparto de telegramas. En su ciego entusiasmo — se decía —, estos jóvenes pasaban totalmente por alto las consecuencias que pudieran derivarse de ello para el Servicio de Correos. Una implantación general de nuevos medios de comunicación significaría para la Administración un gigantesco desembolso de capital, lo cual vendría a desvalorizar, en parte, el capital invertido en las instalaciones telefónicas. Ello dió lugar a vivas polémicas entre el Servicio de Correos del Reich y Siemens & Halske, culminando éstas en que el Director General competente prohibiese de un modo terminante a la Empresa efectuar propaganda en pro de la idea de una servicio de abonados a telescriptores.

Poco tiempo después fueron distintas con el Nacionalsocialismo las personas que ocuparon los puestos directivos del Servicio de Correos del Reich, las cuales, en el aspecto financiero, tenían una mayor amplitud de miras que sus predecesores. Éstos acogieron bien la proposición de Siemens & Halske en el sentido de que a la Empresa se le permitiera instalar y asumir el funcionamiento, a su costa, de una central de telescriptores en Berlín y en Hamburgo, con lo cual se hizo posible la comunicación entre ambas ciudades. Después de haber conseguido un número suficiente de abonados y como la comunicación diera buen resultado, el Servicio de Correos se hizo cargo de ambas Centrales. A poco de esto se amplió la red. También se estimuló a los países limítrofes — Holanda, singularmente — a que adoptasen análogas medidas, con el fin de lograr la implantación de un servicio internacional de telescriptores. Pero, sobre todo, en la nueva Alemania no tardaron en surgir redes propias para el servicio oficial de los distintos organismos estatales. El Ejército, debido a su gigantesca ampliación, creó para sí una red de telescriptores, que ponía en comunicación todas las altas jerarquías con una central de mando y organizó, además, un gran equipo móvil. Otro tanto hizo — aunque en proporciones mucho mayores —, la Luftwaffe, para la cual todo le era poco, y otro tanto ocurrió con la Marina de guerra. Siguieron la S. A. y la S. S., el Frente del Trabajo, los ferrocarriles y, aparte de otros organismos centrales, el «Ministerio de Información Popular y Propaganda», cuyos numerosos organismos exteriores para el control y el en-

cauzamiento de la opinión pública hicieron amplio uso de este instrumento. Sin embargo, una de las redes mayores de esta índole fué la de la Policía. Basta consignar el hecho de que los centros policiales de una sola urbe alemana de importancia poseían hasta un centenar de telescriptores. De esta manera, el Estado totalitario se cernía sobre el país como un fabuloso ciempiés, hallándose dotado de un servicio informativo que, todavía unas cuantas décadas antes, se hubiera considerado como un desvariado engendro de la fantasía. El telescriptor respondía a un rasgo peculiar del Nacionalsocialismo. Todo tenía que hacerse rápidamente, pero, al mismo tiempo, había de fijarse por escrito, incluso las cosas secretas, a tenor de directrices emanadas de un elevadísimo organismo. Ahora bien; cada una de estas redes podía disponerse de tal modo, que todas las máquinas conectadas escribiesen simultáneamente el texto dictado desde una central. De esta manera, se estimuló de modo singular el tipo ideal de destinatario de órdenes, carente de espíritu crítico, precisamente mediante el telescriptor. Por teléfono todavía cabían objeciones o reparos: en el telescriptor, no. «Cúmplase», decíase lacónicamente al final.

¿Llegaría a imaginar siquiera alguno del sinnúmero de laboriosos e inteligentes colaboradores en los trabajos de la telegrafía moderna qué terrible arma supondría ello contra la libertad humana?

XXVIII.

MECÁNICA DE PRECISIÓN

El anhelo — puesto claramente de relieve en las líneas evolutivas de la Técnica — en el sentido de seguir reduciendo cada vez más las dimensiones, el peso y los gastos de fabricación de toda creación de ingeniería en comparación con el efecto alcanzado, se advirtió también en los numerosos modelos de instrumentos de medida, fabricados por la Wernerwerk M. La peculiar ambición de Jorge Keinath, el sagaz director de los laboratorios de desarrollo de esta fábrica de instrumentos de medición — la mayor del mundo —, consistía a este respecto en ofrecer, de vez en cuando, nuevas sorpresas. Keinath pertenecía a aquellos artífices que obran por intuición y que tropezamos con frecuencia a lo largo de la historia de la Casa. Por consiguiente, también se debe a su iniciativa que los instrumentos — ya estuvieran sobre cuadros de distribución o ya fuesen transportables — obtuvieran, al fin y a la postre, una forma necesariamente resultante de su finalidad de empleo y del material utilizado en los mismos. Al contemplar las nuevas formas, causaba asombro que se hubiera luchado tanto tiempo con las demás.

En la Wernerwerk M. existía también una Sección de Fabricación, que desde hacía más de setenta años no había merecido gran atención en la empresa Siemens & Halske y que en la época del Instituto de Construcciones Telegráficas — aunque más acentuado con posterioridad a ello o sea cuando comenzó a crecer la Casa, que abarcaba todas las ramas de la electrotecnia — tuvo que ser considerada como un curioso cuerpo extraño por todos aquellos que solían pensar en sistemáticas ordenaciones. Esta Sección fué la de contadores de agua. Su círculo de clientes se había limitado, en un principio, a las Compañías abastecedoras de agua, que instalaban los contadores en las casas de sus abonados y a base de cuyos datos calculaban el consumo. Comoquiera que en los primeros decenios, dichos consumidores sólo eran las viviendas particulares y las pequeñas Empresas, bastaba con fabricar contadores para reducidos anchos de tubería, los cuales se hacían, sin excepción, del modelo de ruedas de paletas. En una caja similar a una válvula se hallaba un recipiente en forma de vaso, en el que podía girar una ligera rueda de paletas con

un eje vertical. La corriente de agua penetraba en el vaso a través de unos orificios tangenciales y ponía en circulación, mediante su movimiento turbillonario, la rueda de paletas, que transmitía sus revoluciones a un mecanismo contador. Cuando, paralelamente al crecimiento de las Empresas, fueron aumentando sin cesar las cantidades de agua extraídas, se pasó a adoptar para grandes diámetros de tubo un procedimiento indicado hacía ya muchos años por Woltmann, en el cual había instalado axilmente en la tubería una especie de hélice accionada por la corriente del agua. Este contador originaba, con respecto a los demás, una menor pérdida de presión.

Cuando se trataba de cantidades de agua muy grandes, como, por ejemplo, en las centrales hidroeléctricas, que querían controlar el consumo de sus turbinas, no había nada que hacer con los métodos entonces en boga. En tales casos se recurría a la observación que, a finales del siglo XVIII, había hecho Venturi en Bolonia. Si se estrecha un tubo atravesado por un líquido y luego vuelve a ensancharse hasta alcanzar la sección primitiva, de modo que el conjunto aparezca formado por dos conos huecos romos, opuestos entre sí, se forma, a ambos lados del punto de estrechamiento, una diferencia de presión que se halla en una determinada relación con la velocidad de la corriente, pudiendo utilizarse así para determinar el caudal. A este fin se taladra el tubo antes y después de la sección más estrecha, conduciendo las presiones hasta un manómetro, el cual, convenientemente proyectado, puede calibrarse directamente en magnitudes de corriente. Este procedimiento no es sólo aplicable a líquidos, sino también a gases, entre ellos al vapor y al aire. El problema, perseguido desde hacía tiempo, acerca de la medición de las cantidades de vapor, que había pasado a primer plano al surgir las turbinas y, en una palabra, la moderna economía del vapor, experimentó de este modo una sencilla y acertada solución.

Por último, en todas las grandes instalaciones de calderas de vapor surgió la necesidad de determinar con la mayor exactitud posible la cantidad de agua que alimentaba las mismas. Era ésta la forma más sencilla para determinar el rendimiento de la caldera y su cifra de vaporización, es decir, la cantidad de vapor producido por unidad de peso de carbón quemado. Sin embargo, el agua de alimentación precalentado se hallaba a una temperatura elevada y, por tal razón, resultaba peligroso para las delicadas paletas de los contadores utilizados hasta entonces. Como consecuencia de ello, en Siemens & Halske se ideó un modelo, dotado de una cámara de medición, recorrida por el agua y que se asemejaba a una bola hueca, con los casquetes superior e inferior achatados. Su interior se dividía en dos mitades por un disco móvil. Este disco, bajo la presión del

agua que penetraba en la cámara, realizaba un peculiar movimiento de tambaleo, mediante el cual se conducía, a través de la cámara y durante una revolución completa, una determinada cantidad de agua desde la entrada hasta la salida, cantidad que se contaba por el movimiento del disco. Estos «contadores de agua de disco» se generalizaron muy rápidamente. En el año 1925 había más de 12.000 calderas de vapor, equipadas con ellos. Pronto se los utilizó también para otros fines, sobre todo, con el objeto de medir combustibles líquidos, habiendo merecido rápidamente gran aceptación como consecuencia de su seguridad de funcionamiento.

Así, pues, se había ensanchado considerablemente la esfera comercial de la Sección de contadores de agua en comparación con la época anterior a la guerra, tanto en lo referente al alcance del programa de producción, como también — y ello en una proporción muy especial — en cuanto a la clientela. A ello vino a agregarse un movimiento provocado por la gran escasez de carbón, que se hizo sentir, inmediatamente después de la conflagración, en todos los países europeos.

En Alemania se comprendió rápidamente que el sensato ahorro de carbón significaba un mejor aprovechamiento del mismo; en una palabra, que era menester taponar las fuentes de pérdida de las Empresas consumidoras de calor. Como el mayor derrochador de carbón lo era la industria del hierro, que, en el período anterior a la guerra, había administrado el combustible con bastante despreocupación, se planteó, por primera vez, la idea de instalar puestos especiales de control, cuya misión consistía en localizar las calorías dilapidadas. Al principio, se dedicaron a ello algunos ingenieros, quienes en las grandes fábricas convirtieron, sin embargo, sus oficinas en verdaderas «Secciones térmicas» y desarrollaron una estimable labor científica. No tardaron en darse cuenta los elementos directivos de las fábricas que con ello no sólo se economizaba carbón, sino también dinero, y así, incluso cuando cesó la crítica penuria del carbón, las Secciones térmicas se convirtieron en órganos de vigilancia, que ejercieron una notoria influencia en el encauzamiento de la empresa y en la estructuración de la producción. Desde la industria del hierro se expandió entonces la idea de una economía racional del calor por toda la industria consumidora del mismo.

Los conductores térmicos, ya sea en forma tangible o incluso eventual, se encuentran, la mayor parte de las veces, en estado líquido o gaseoso de agregación. Tratándose de agua, vapor, gases y aire suele ser necesario medir, por tanto, la cantidad y la temperatura, a fin de determinar el contenido de calor. Frecuentemente suele bastar, según la finalidad de que se trate, con medir una de estas dos magnitudes fundamentales. Sin

embargo, se hallan estrechamente ligadas en la economía térmica la medición de la cantidad y la de la temperatura.

Además de estas dos magnitudes principales interesa, a menudo, la presión y la composición química de un gas. Especialmente esta última supone un importante medio auxiliar para controlar una combustión tal como la de una caldera de vapor. El análisis de los gases de escape con respecto a su contenido en ácido carbónico, permite inferir la buena calidad de dicha combustión. Éste fué el motivo de que ya con relativa anticipación y con el fin de controlar las combustiones de las calderas de vapor se derivasen, del conducto de la salida de humos, muestras de gases de escape, analizándolas químicamente. El empleo de tuberías flexibles de goma y de tubos de ensayo, así como el «tanteo» de soluciones, hubieron de limitarse, como es natural, a ensayos ocasionales. Sin embargo, el ingeniero térmico deseaba contar con un instrumento de medida, montado con carácter permanente, que le indicara de modo constante el contenido de ácido carbónico en los gases de escape y, a ser posible, que incluso lo registrara. Los instrumentos eléctricos de medida le habían acostumbrado muy mal.

Gerdien, jefe del laboratorio de investigaciones de Siemens, se hizo la siguiente consideración: los gases poseen distintas conductibilidades térmicas. En especial, el ácido carbónico alcanza aproximadamente un 60 por 100 de la del nitrógeno, que constituye el principal componente de los gases de escape. Si se hace pasar un gas ante un alambre caldeado eléctricamente, éste se enfriará tanto más, presuponiendo condiciones análogas, cuanto mayor sea la conductibilidad térmica del gas respectivo. Debido al enfriamiento se modifica la resistencia del alambre, la cual depende, como es sabido, de su temperatura, pudiendo medirse eléctricamente aquélla. Así, pues, debería poder determinarse, por último, la proporción del ácido carbónico en los gases de escape por medio de la resistencia del alambre, la temperatura y la conductibilidad térmica, siempre que, de esta complicada cadena de interdependencias, se consiguiesen eliminar todos los orígenes de errores hasta tal punto, que el resultado pudiera pretender el logro de una exactitud suficiente. A este respecto es menester hacer constar que la proporción de ácido carbónico en los gases de escape oscila únicamente entre el 8 y el 16 por 100, revistiendo incluso importancia las variaciones de un medio por ciento. De esta manera se llega a alteraciones sumamente exiguas de la corriente que haya de medirse, necesitándose así para su indicación un galvanómetro de aguja, de tipo muy sensible. Este galvanómetro habrá de colocarse entonces junto a la caldera, quedando expuesto a la suciedad inherente al polvo del carbón. El fogonero quizá lo rocíe de vez en cuando con la

manguera, para poder ver mejor la escala a través del cristal. Ésta era aproximadamente la misión que planteó Gerdien a su colaborador el Dr. Max Moeller, un joven y ambicioso ingeniero de su equipo, recién ingresado en la Empresa.

Un año más tarde, Moeller había avanzado tanto en sus trabajos, que pudo presentar en el laboratorio el funcionamiento seguro de su conjunto de aparatos. Al cabo de otro año estaban a punto de fabricación las piezas sensibles, alojándose en cajas manejables, pero resistentes, de tal modo, que podían someterse sin inconveniente alguno al calor, al polvo del carbón y al afán de limpieza del fogonero. El analizador de gases de escape se convirtió en un gran negocio, puesto que el público esperaba la aparición de tal instrumento, máxime al complementarse poco después con un segundo aparato indicador del contenido de ácido carbónico e hidrógeno, que constituían los componentes combustibles — pero no quemados — de los gases de escape. A poco de ello siguieron nuevos modelos para analizar otros gases, utilizados preponderantemente en la industria química.

Von Buol, jefe de la Wernerwerk M., en la cual había de fabricarse todo esto, se hizo pronto cargo del error que significaba que estos medidores de cantidades, termómetros eléctricos y pirómetros, aparatos analizadores de gases y cualesquiera otros medios auxiliares creados para la economía térmica, se desarrollasen en las más diversas secciones de la factoría de medición. Por lo tanto, separó de la sección de contadores de agua los medidores de cantidades, recientemente creados, y, de la sección de instrumentos de medida, los aparatos de medición de temperaturas, limitando ambas secciones nuevamente a su primitivo programa de fabricación: la primera, a atender los pedidos de las Compañías suministradoras de agua, y la segunda, a la producción de instrumentos de medición puramente eléctricos. Agrupó las partes que habían venido a agregarse a la «Sección de mediciones termotécnicas» — denominada escuetamente, en el lenguaje interno de la Casa, la «Cal-Abteilung» —, encomendando la dirección de la misma a Moeller, quien dió pronto un gran impulso a esta nueva creación de la Empresa.

Aparte de la habitual bondad de los productos, este auge se vió favorecido por una habilidosa campaña de propaganda, difundida entre todas las Empresas consumidoras de calor con el *slogan* «medir es ahorrar», idea en la cual se asentaba la economía térmica. Como ya se mencionó, había surgido primeramente en la industria del hierro, pero, partiendo de los altos hornos, las fábricas Thomas y Siemens-Martin, las fundiciones y los talleres de laminación y vivamente fomentada por la campaña publicitaria, emprendida per Siemens & Halske, pronto llegó

a popularizarse entre los demás consumidores. Las Empresas mineras, para las cuales el consumo propio de carbón no había revestido anteriormente importancia, toda vez que solían utilizar los desperdicios invendibles o sólo muy difíciles de colocar, dieron en saber que una cuidadosa vigilancia de sus explotaciones consumidoras de calor revelaba un gran número de otros perjuicios, antes inadvertidos. Los hornos de calcinación, empleados en la industria de la piedra y de las tierras, se transformaron en virtud de los adelantos recién alcanzados. Por todas partes en que en la industria elaboradora del hierro, del metal y de maquinaria se fundía, forjaba, laminaba y templaba, hicieron su aparición los aparatos medidores de cantidades y temperaturas. Era enteramente lógico que la industria textil, la de celulosa y la del papel, con su gran consumo de calor, no podían ya prescindir de ellos. Surgió un nuevo y gran consumidor, cuando la industria química procedió a erigir en los yacimientos de hulla y de lignito aquellas gigantescas instalaciones que, por vía química, producían fertilizantes nitrogenados y combustibles líquidos. Las altas presiones y temperaturas que se dan en estos procesos, indujeron, por de pronto, a la I. G. Farbenindustrie a desarrollar, en sus laboratorios, modelos propios de aparatos medidores de cantidades para tareas de índole especial, pero, también en este aspecto, se llegó a un fructífero intercambio de experiencias con Siemens & Halske, como consecuencia de lo cual obtuvo la Wernerwerk pedidos de importancia. El abastecimiento de gas a grandes distancias con sus proveedoras, las fábricas de coque en las minas o las grandes fábricas de gas, no podían existir sin ampliar la economía térmica, la cual se basaba, en primer término, en los aparatos medidores de cantidades. Por esta causa fué la que primeramente planteó la exigencia de concentrar en un punto los distintos valores de medida mediante transmisión a distancia, con el fin de que, desde ellos, pudiera vigilarse y dirigirse todo el conjunto. A imitación de los controles de distribución, usuales en las fábricas de electricidad, surgieron los denominados «controles térmicos», que, a poco de ello, los adoptaron también otras Empresas. En el control térmico de una instalación de altos hornos se observaban exactamente los fenómenos que se producían dentro de cada horno y junto al mismo. Desde allí, el vigilante podía hasta accionar las válvulas y las correderas. Las grandes casas de calderas fueron provistas de controles térmicos con centenares de instrumentos, en los cuales se reflejaba ante el ingeniero de control todo lo que ocurría en la Empresa. Incluso las grandes instalaciones de calefacción, como, por ejemplo, para hospitales, fueron montadas en tal forma, que el encargado sabía exactamente desde el sótano la temperatura existente en el quirófano o en el pabellón de infecciosos.

También se había pasado, con bastante antelación, a regular automáticamente ciertos valores, sobre todo, la temperatura de un local. Un perceptor, tal como una barra metálica, cuya longitud variaba con la temperatura, o una tira formada de dos metales soldados entre sí con distintos coeficientes de dilatación y que se curvaban en función de la temperatura, podía utilizarse sin dificultad en una incubadora para conectar y desconectar la corriente de caldeo y graduar así una temperatura constante. De la misma forma podían controlarse hornos de recocido, incluso los caldeados por gas, mantenerse a la misma temperatura, los locales de desecación y hasta graduar el contenido constante de humedad en naves de fábricas, por ejemplo, en las de hilaturas. En los Estados Unidos, con sus condiciones climáticas parcialmente difíciles, se desarrollaron «instalaciones de aire acondicionado», alcanzando una gran perfección técnica.

La dominación de los procesos de regulación no siempre es tan fácil como pudiera parecer por lo expuesto. De una parte, toda regulación propende al movimiento pendular, en el cual el impulso que produce una variación «por defecto» fácilmente da lugar a una variación «por exceso», que luego debe corregirse, a su vez, por un impulso antagónico, éste sobrepasa entonces la meta, y así sucesivamente, complicándose luego mucho la situación en el momento en que a la regulación han de incorporarse varios influjos. Ello se puso especialmente de manifiesto cuando Siemens & Halske procedió a resolver un problema, que ya habían tanteado otros con más o menos fortuna: la regulación automática de la caldera de vapor.

Anteriormente hubiera sido desacertada la idea de hacer funcionar una caldera de vapor sin fogonero. Los creadores de la antigua legislación de calderas de vapor en Prusia le hubieran tomado incluso por un demente. Pero entonces, la instalación de calderas de una gran fábrica de electricidad constaba, por ejemplo — contrariamente a lo que antes ocurría — de unas cuantas calderas gigantescas, tal vez cuatro, que debieran llamarse con más propiedad máquinas productoras de vapor, y que, en el caso de las calderas de circulación forzada, dejaban de ser ya verdaderas calderas, no consistiendo, en realidad, más que de un serpentín único, de centenares de metros de longitud. Prácticamente no tenían reserva alguna de agua, sino que debían adaptarse en seguida a las fluctuaciones del consumo de vapor y, por esta razón, su servicio manual había resultado sumamente complejo. Su maniobra automática no era ya el caballo de batalla de ambiciosos fabricantes o jefes de empresa, sino que se había convertido en una acerba necesidad.

El problema de la maniobra automática de la caldera estribaba en

investigar el calor que se necesitaba en cada caso, lo cual puede conseguirse, para una presión que ha de mantenerse constante, determinando las tendencias de fluctuación con un manómetro muy sensible. Al consumo necesario de vapor, así determinado, debe amoldarse la alimentación de agua y de combustible y, al consumo de combustible, a su vez, la alimentación de aire. Éste habrá de atenerse también a la depresión existente en el hogar, la cual debe responder a determinadas condiciones. Tal interdependencia tiene que corregirse inmediatamente por mediciones de temperaturas en distintos puntos de la circulación del agua y del vapor, del hogar y de las canalizaciones de gases de escape. Es lógico que los análisis de los gases de escape jueguen una parte decisiva en todo el proceso de regulación, teniendo en cuenta lo manifestado acerca de los analizadores de gases de esta índole. Todo ello es un complicado proceso de dependencias mutuas, distinto a lo que ocurre con los aparatos mecánicos automáticos, en los cuales es suficiente la fantasía imaginativa y la paciencia de un relojero. En este caso, por el contrario, intervienen, en las consideraciones, complicadas leyes físicas, cuya investigación requiere una gran labor científica de adiestramiento. Así, la regulación de calderas Siemens, implantada en 1930, que dió una nueva fisonomía a la construcción de centrales eléctricas, pudo considerarse justificadamente por la «Sección de mediciones termotécnicas» como un timbre de orgullo en la historia todavía breve de su actuación.

Mientras que en la mayor parte de las ramas de la técnica de telecomunicación y de mediciones, las primeras décadas del siglo XX — sobre todo, el tercer decenio — se habían caracterizado por un impetuoso afán de progreso, no puede decirse lo mismo del sistema de seguridad en los ferrocarriles de aquella época. Bien es verdad que el puesto de maniobra eléctrica, creado a principios de siglo, se fué abriendo paso lentamente, aunque, a pesar de todo, de modo incesante, pero la seguridad de los tramos mantuvo, en el fondo, la forma que se le había dado merced a los trabajos de Siemens & Halske, bajo la dirección de Frischen, no aportándose nuevas ideas de carácter fundamental.

En los Estados Unidos ocurría lo contrario. Es evidente que la longitud de las distintas secciones de bloc debe ser tanto más corta, cuanto más seguidos circulen los trenes, y, por consiguiente, cuanto más denso sea el tráfico, pues si los blocs tienen una longitud media de 10 Km., el tren deberá esperar ante una señal hasta que el predecesor haya abandonado todo el tramo, esto es, deberá tener ante sí 10 Km., lo cual es absurdo desde el punto de vista de la seguridad. Los ferrocarriles norteamericanos aspiraban, por tanto, en tramos con tráfico intenso, a una

longitud de bloc de nada más que una milla (alrededor de 1.610 metros). Sin embargo, en líneas de mayor longitud daba esto por resultado un gran número de estaciones de bloc, y el atenderlas día y noche resultaba imposible desde el punto de vista económico. Por otra parte, existían también tramos de poco tráfico, pero que atravesaban terrenos yermos y despoblados, de modo que la organización de estaciones de bloc, dotadas de personal, no era viable, debido al carácter de la región. En algunos lugares podía parecer indicada la adopción de medidas especiales de seguridad en tramos, en sí, de difícil visibilidad, por ejemplo, en trincheras con curvas. Sin embargo, para tales problemas técnicos y otros de índole similar, la solución en Norteamérica era siempre el funcionamiento automático.

Su forma fundamental la obtuvo el bloc automático de tramos desarrollado en Norteamérica por la Westinghouse Electric & Manufacturing Co. Bien es verdad que la idea fundamental era muy sencilla, si bien la ejecución impuso, en detalle, una serie de consideraciones de diversa índole. Al principio y al fin de cada tramo de bloc, los carriles de una vía se separan de los blocs contiguos por piezas intermedias aislantes. A un extremo del bloc, un transformador alimenta los dos carriles con una tensión alterna muy baja, por ejemplo, de 4 a 12 voltios. En el otro extremo va conectado a los carriles un relé muy sensible, el cual pone en movimiento la señal mediante un motor. Presuponiendo que los dos carriles conduzcan la corriente de un extremo al otro, es natural que dichos carriles se asienten sobre traviesas de madera, pues las de hierro producirían lógicamente un cortocircuito, haciendo imposible la transmisión. Así, pues, en tanto que circule la «corriente del bloc», que excita el relé, la señal se hallará en «vía libre». Ésta es su posición fundamental en tal sistema, en contraposición al bloc manual, en el que la posición fundamental es «vía cerrada». Si un tren penetrase ahora en la sección de bloc, cortocircuitaría los dos carriles con sus ejes, y la señal existente detrás de él, que cubre la entrada del sector del tramo, pasa a «vía cerrada», cubriendo así al tren contra el siguiente. Sólo cuando el último eje del tren abandona el tramo de bloc, volverá a ponerse la señal de «vía libre», quedando así expedita la sección de bloc para el tren siguiente. Los ferrocarriles eléctricos, en los que se necesitan los carriles para el retorno de la corriente de alimentación, imponen, además, la necesidad de tramos especiales de inductancia para salvar los puntos aislados de separación, que habrán de permitir el paso de la corriente destinada a la alimentación del tren, pero no así la del bloc. De los 170.000 kilómetros aproximadamente de longitud de vía, aseguradas

con señales en los Estados Unidos, un 40 por 100 de ellos estaba ya provisto de blocs automáticos a principios de 1924, o sea tras unos 20 años de evolución.

Entre 1905 y 1910, esto es, cuando se dieron a conocer en Alemania los primeros éxitos del nuevo sistema empleado en Norteamérica, hubo una obstinada resistencia contra la implantación de tales experiencias en los ferrocarriles alemanes, alegando que las condiciones de servicio de los ferrocarriles norteamericanos no eran comparables con las de los alemanes. Esta oposición aun podía justificarse en ciertos aspectos. Por el contrario, cuando tampoco se quiso admitir que los llamados trenes rápidos urbanos pasasen del sistema de blocs, accionado a mano, al mecánico, pronto se hizo insostenible tal punto de vista. En el ferrocarril subterráneo y elevado de Berlín, los tramos de bloc eran necesariamente tan cortos, que hacía falta un numeroso personal para poder manejarlos y, con todo, no podían seguir el ritmo del servicio, cuando los trenes se sucedían rápidamente. Sin embargo, las demoras de unos cuantos segundos en el manejo del bloc podían perturbar sensiblemente el perfecto desenvolvimiento del rígido horario de trenes.

Poco antes de la guerra, un perito imparcial de la ciudad de Berlín, el Geheimer Baurat Dr. Kemmann, logró — en contra de la violenta oposición de todos los técnicos, tampoco difícil de hallar en la fábrica de blocs de Siemens & Halske — que la Sociedad del ferrocarril elevado acordase implantar en su red el bloc automático de tramos con señales luminosas diurnas. Como Siemens & Halske era proveedor contractual de este ferrocarril, tuvo, de grado o por fuerza, que ocuparse en este problema, y así lo hizo, después de que, con mucho ahinco y comprensión, se hubo roto el hielo, desarrollando un sistema amoldado a las condiciones de Alemania, que pasó luego a ser norma para todos los modelos ulteriores de este país. Del mismo modo podía implantarse el sistema en las estaciones, combinándose de diversos modos con las instalaciones existentes de seguridad. Al mismo tiempo, mediante la actuación de los relés de blocs, podía seguirse la marcha de cualquier tren, siendo factible utilizar esto para crear un tablero indicador de movimiento ferroviario, colocado sobre el conjunto de aparatos del puesto de maniobra. En dicho tablero aparecía en forma esquemática la disposición de la vía, las agujas, los cruces y las señales, estando proyectado a modo de cuadros luminosos. Las vías ocupadas aparecían iluminadas, mientras que las libres se conservaban sin encender, indicándose la posición de las agujas y de las señales mediante bombillas coloreadas. El funcionario encargado del puesto de maniobra no necesitaba ya enterarse por sus propios ojos de la situación, a menudo muy confusa, que reinaba en la estación respectiva.

Un vistazo al cuadro bastaba para orientarlo, importando poco que fuese de noche o hubiera densa niebla.

El que este y otros cambios radicales en el sistema de seguridad — acerca de los cuales sería prolijo ocuparse ahora — trajeran consigo en la Compañía de Ferrocarriles del Reich, surgida entretanto, una visión más amplia respecto a las innovaciones técnicas, no puede dejarse de atribuir, al fin y a la postre, a la influencia ejercida por el presidente de su Consejo de Administración. Al igual que en su propia Empresa, también cuidaba en aquélla de que las ideas sanas no resultasen asfixiadas por las propias leyes de la organización administrativa. Hacia el año 1930 pudo comprobarse que los ferrocarriles del Reich no eran ya un « organismo en funciones de autoridad », sino que habían pasado a ser una activa organización de tráfico.

Bien es verdad que para ello tenía sus razones, puesto que el tránsito automovilístico había alcanzado también en Alemania un volumen de tal naturaleza, que ya no podía hablarse del monopolio primitivo de ferrocarriles con respecto al transporte de viajeros y mercancías a grandes distancias. Dicho volumen fué acrecentándose de año en año, y en las ciudades — sobre todo en las grandes — adquirió visiblemente tales proporciones, que su regulación por la policía de tráfico constituyó un problema de primer orden. En un principio, se había intentado ordenar el caos en las calles de las grandes urbes con funcionarios de policía que hacían señales con las manos. En un cruce fácil siempre era una solución en caso de apuro, pero las amplias plazas, situadas en el centro de una gran urbe con varias calles convergentes, exigían un buen número de funcionarios de esta índole, cuya mutua comprensión no resultaba nada fácil y, además, desatendían otras tareas de policía. Por esta razón, y siguiendo indirectamente el camino de los signos movidos de un modo mecánico, se llegó, finalmente, a las señales luminosas diurnas de distintos colores, tal como hacía poco habían adoptado para su servicio los trenes rápidos de las grandes urbes. Al igual que en éstos, se eligieron los colores rojo, verde y amarillo, este último como transición entre los dos colores principales.

Sobre el año 1925, Siemens & Halske comenzó a ocuparse en el desarrollo de dispositivos de señales, adecuados para el tránsito callejero. De esta idea no sólo se adueñó, por ejemplo, la fábrica de blocs, sino también la Sección de Telégrafos, que en este asunto desplegó una notoria actividad. Con la solución — que había arraigado de momento y que estribaba en que el policía de tráfico conmutase las señales luminosas — no se había adelantado gran cosa. Seguían necesitándose guardias de circulación, si bien podían colocárselos más favorablemente e incluso sin

correr tanto riesgo. Además, en Berlín y en otras ciudades de proporciones análogas ocurría frecuentemente que se cortase una larga arteria de intensa corriente de tráfico, procedente de numerosas calles transversales, cuyo movimiento era menor, pero tampoco nada insignificante. En este caso, un cruce seguía al otro y todos habían de regularse. Por esta razón se idearon dispositivos automáticos de conmutación, en los que los ejes, accionados por motores y. dotados de discos de levas, efectuaban el cambio regular de las señales luminosas y unían todos estos dispositivos conmutadores mediante conducciones de cables a una red común, dirigiendo ésta desde una central. A fin de evitar que un vehículo, que avanzase en dirección del tráfico principal, tuviera que detenerse ante cada cruce y esperar la luz verde, se organizó la sucesión cronológica de las conmutaciones en los cruces de tal manera, que, con la velocidad media de los coches y a lo largo de la arteria principal, se desplazaba siempre una «ola verde». Ahora bien; el tráfico callejero de una gran urbe no supone una magnitud constante. Por la mañana, por la tarde y por la noche es diferente que al mediodía; en los días laborables no es igual que los domingos, pudiendo adoptar un carácter enteramente distinto de lo corriente debido a acaecimientos de índole especial, tales como fiestas y actos deportivos. A ello tiene que acomodarse una vasta instalación de señales callejeras, provista de control automático.

En los modelos de Siemens & Halske se logró esto, haciendo que el puesto central de mando pudiera adaptarse a las respectivas condiciones del tráfico mediante una combinación de mecanismos de conmutación. A ello vino a agregarse un elemento corrector de tipo automático: la traviesa del piso. Delante de los cruces principales se habían instalado, empotradas en la calzada, unas cajas estancas al agua, del ancho de un vehículo, con tapa elástica y dispositivos de contacto, que reaccionaban a la presión de las ruedas. Unos elementos especiales procedentes de diversos sectores de la técnica de telecomunicación — entre otros, de la telefonía automática — sumaban los impulsos de aquellos contactos, los combinaban con los de la traviesa de otras arterias y sopesaban de esta manera las exigencias de las distintas direcciones de tráfico con respecto a la señal de paso libre. De un estudio con visos científicos del moderno tránsito callejero, ligado a una fantasía constructiva, surgieron así en algún caso soluciones que, por razón de su efecto, parecían algo realmente fantástico. Así, en Amsterdam se montó por la Siemens & Halske una instalación de esta índole, controlada desde una central, aunque no intervenida de un modo constante, para un total de 30 cruces, de los cuales uno sólo de ellos poseía 21 señales luminosas. Ésta regulaba el desconcertante ajetreo en una gran plaza, sin que para ello actuase un solo

cerebro humano. Las ventajas de tal procedimiento se ilustraron drásticamente mediante un ensayo en la Trafalgar Square de Londres, que, en aquel entonces, era considerada por los técnicos como la plaza de más denso tráfico del mundo. La instalación montada en aquel lugar, de acuerdo con los fundamentos, fué comparada en el mismo punto, mediante cuidadosas mediciones, con la regulación del tránsito a cargo de un gran número de policías, especialmente adiestrados, poniéndose de manifiesto que la instalación de las señales luminosas, a la hora principial de tráfico, encauzaba por la catarata un 10 por 100 más de vehículos que los «bobbies» mejor entrenados.

Por aquella época, la Sección de Telégrafos se había convertido en el cesto colector para todo lo que no encontraba debido acomodo en cualquier otra parte. Entre estas cosas se incluían también las células fotoeléctricas, que atrajeron de pronto el interés general, aun cuando ya hacía tiempo que eran conocidos los fundamentos físicos de tal fenómeno. Elster y Geitel, como ya se mencionó al referir los esfuerzos realizados por «Triergon» en relación con el cine sonoro, se habían referido a una célula fotoeléctrica del modelo siguiente: en un recipiente de vidrio, en el cual se ha hecho el vacío, se encuentra un cátodo de metal alcalino, potasio o sodio para las ondas largas de la luz visible o bien cesio para los ondas de menor longitud. El ánodo opuesto era de forma circular, a fin de que el rayo de luz pudiese incidir sobre el cátodo a través de él. Si se aplica una tensión continua entre el ánodo y el cátodo, surge, al llegar luz al cátodo — como consecuencia de los electrones emitidos —, una leve corriente capaz de accionar un relé por medio del consiguiente amplificador.

Estas «células fotoeléctricas» se utilizaron en el cuarto decenio del siglo para las finalidades más diversas. En su implantación tomó parte muy activa la empresa Siemens & Halske, ideando constantemente nuevas modalidades de aplicación. En primer término se crearon «interruptores crepusculares», los cuales, en dependencia de la luz natural, conectaban y desconectaban circuitos de alumbrado. Un transmisor luminoso, que podía instalarse también para la luz infrarroja, esto es, en forma invisible y que se hallaba dirigido desde determinada distancia sobre una célula fotoeléctrica a modo de receptor, constituía, juntamente con éste, una barrera luminosa. De esa forma podía asegurarse el acceso a las cajas de caudales o — tratándose de museos — a valiosas obras de arte, lograba el usuario poner en marcha los ascensores o las escaleras rodantes, ver abrirse puertas con sólo aproximarse a ellas, contar las personas que pasaban por un determinado lugar, pudiéndose efectuar también cualquier recuento en la fabricación en serie y en el transporte. Para

ciertos procesos de fabricación se perfeccionaron las instalaciones hasta tal punto, que a la mirada del ojo eléctrico no se sustraía ningún defecto en cualquier producto que avanzara por el proceso de fabricación, ninguna divergencia de las dimensiones de piezas que pasaban con regularidad, ni siquiera un solo cigarrillo que estuviese mal colocado en el paquete. Con él podía comprobarse la altura hasta la cual estaban llenos los depósitos, los silos y las carboneras o bien controlar la indicación del agua en los niveles de vidrio, interrumpiendo así a tiempo la operación de llenado y siendo incluso factible seguir las oscilaciones de la aguja de una balanza. Pero, sobre todo, la célula fotoeléctrica resultó ser un incomparable elemento de regulación en todos los procesos imaginables de fabricación, pues podía determinar situaciones que mecánicamente jamás hubieran podido captarse, como, por ejemplo, la planicidad o el brillo de una superficie, orientando de esta manera el mecanizado ulterior de la misma. Mediante la célula fotoeléctrica se ha perfeccionado considerablemente toda una serie de sistemas de producción.

El desenvolvimiento de la célula fotoeléctrica había hecho que llegase también a su madurez una idea, intentada con diversa fortuna por los inventores desde hacía varias décadas: la transmisión telegráfica de la imagen. Telegrafiar trazos escritos o sencillos croquis se había logrado ya relativamente pronto. La hoja escrita se fijaba en un tambor después de haber hecho conductora la escritura, valiéndose de cualquier procedimiento químico y haciendo aislante el resto de la superficie. Seguidamente se ponía en rotación uniforme el tambor, desplazándolo lentamente en dirección axil. Un punzón metálico fijo describía entonces sobre la hoja una línea helicoidal de paso muy reducido. Cuando el punzón establecía contacto con la capa conductora, se cerraba un circuito de corriente, en el cual se hallaba también el receptor. Éste poseía un tambor de igual diámetro, que funcionaba sincrónicamente con el del transmisor y, asimismo, un punzón metálico fijo. Dicho tambor estaba recubierto de un papel impregnado en una solución de tintura de tornasol en sulfato sódico. Al fluir la corriente, el punzón del receptor producía por electrólisis un punto coloreado sobre el papel. De los distintos puntos se formaba la imagen. Este procedimiento sólo era adecuado para la reproducción aproximada, aparte de que la transmisión requería bastante tiempo. Sin embargo, se había evidenciado así, en principio, el camino para resolver el problema. Por consiguiente, todas las tentativas realizadas posteriormente partieron del tambor giratorio.

Cuando la célula de Kerr, perfeccionada por Karolus, se introdujo en el cine sonoro, convirtiéndose al mismo tiempo la célula fotoeléctrica en un dispositivo útil, se habían obtenido los dos elementos, para hacer de

la fototelegrafía un medio de transmisión rápida, que satisficiese elevadas exigencias. La célula fotoeléctrica se colocaba en lugar del palpador, directamente ante la imagen de rotación, de forma que un rayo luminoso, reflejado por éste, transformaba en oscilaciones de corriente las oscilaciones en la claridad de la imagen. Para no obtener una corriente continua oscilante, que se transmite mal a grandes distancias, se interrumpía el rayo mediante un disco perforado de rápido movimiento giratorio en una serie de breves destellos, obteniéndose así adecuados impulsos de corriente, que podían utilizarse para la modulación de una frecuencia portadora. Podía realizarse entonces inalámbricamente la transmisión al receptor, como también a través de conducciones de cables a distancia. Una vez demodulados en el receptor, los impulsos volvían a engendrar en la célula de Kerr oscilaciones luminosas, incidiendo éstas, en forma de intensidad cambiante, sobre el tambor recubierto de papel sensible a la luz, tambor que giraba sincrónicamente con el del transmisor, imitando así fielmente el original.

La evolución de este sistema había sido realizada por el laboratorio central de Siemens & Halske conjuntamente con Telefunken, porque, en un principio, se creía, que la aplicación principal residiría en la transmisión inalámbrica a grandes distancias. Sin embargo, se puso de manifiesto que a los que más les interesaba la fototelegrafía era a los periódicos, a los cuales poco les importaban las distancias de ultramar. Los grandes diarios de enormes tiradas, el interés de cuyos lectores estribaba menos en noticias o consideraciones serias, sino más bien en informaciones sensacionalistas — escándalos, deportes y delitos —, querían que desde una central, situada por lo común en la capital, pudiera proporcionarse material gráfico a una o varias ediciones de provincias. De esta manera surgieron — extrañamente por vez primera — en el Japón, luego en Inglaterra, en Francia y, por último, en Alemania, instalaciones fototelegráficas para la Prensa. Como las imágenes eran enviadas a través de cables de larga distancia, pertenecían contractualmente a las tareas de venta de Siemens & Halske, Empresa que, como se sabe, también fabricaba los aparatos correspondientes. La Sección de Telégrafos hizo así pingües negocios.

Es significativo para el renombre que la casa Siemens había adquirido, entretanto, en el mundo entero, que una Sociedad de financieros internacionales, fundada en Londres en el año 1927, se dirigiera a Siemens & Halske para consultarle si quería hacerse cargo de un pedido relacionado con la fabricación de un gran número de aparatos denominados Photomaton. Tales aparatos habrían de confeccionar automáticamente fotografías de tipo de «carnet», para lo cual la persona que quería foto-

grafiarse, se dirigiría, después de haber echado una moneda, a una cabina intensamente iluminada, en la que, sentada ante el objetivo, se le fotografiaba ocho veces en breves intervalos de tiempo. A los ocho minutos salían de la máquina las fotografías ya terminadas. Se tenía a disposición una serie de patentes, que protegían el referido procedimiento.

En el encargo ofrecido tratábase de un negocio que podía ultimarse en dos años, lo cual, durante todo este tiempo, garantizaba una ocupación regular de los talleres que habían de tomar parte en la fabricación, no llevaba aparejado riesgo alguno de venta y no reclamaba la intervención de la organización de la Empresa. Así, pues, se pusieron manos a la obra, si bien se echó de ver que los preparativos requerían una labor preliminar y de puesta en práctica mucho mayor de lo que se había imaginado.

Finalmente, había quedado ultimado el pedido, y dos años más tarde había desaparecido ya del mercado la mayor parte de los aparatos, puesto que las fotografías eran de mala calidad. Especialmente las rechazaba la vanidad femenina. La razón de ello no estribaba en el modelo ni en la construcción, sino en la idea. Para hacer un retrato tiene que seguir habiendo dos ojos en una cabeza humana. El «robot» podrá sustituir ampliamente las manipulaciones, pero jamás el buen gusto. Y así, en la casa Siemens & Halske había una serie de constructores e ingenieros de fabricación encorvados sobre los planos, modelos y herramientas, diciendo para sí: «¡Qué lástima!; Con lo hermosa que era esta labor!» De todos modos, no había dejado de ser interesante.

Como ya queda indicado al relatar el negocio de la «radio», las sucursales extranjeras de Siemens & Halske se habían desarrollado de tal modo, que resultaron ser copartícipes equiparables a sus hermanas mayores, las oficinas técnicas de Siemens-Schuckert, formando, al igual que éstas, un grupo especial, consagrado a la venta de los artículos en serie para los comerciantes. Ahora bien; la venta de los aparatos de «radio» y de los artículos relacionados con la misma constituía un negocio propio de temporada. Comenzaba en otoño, alcanzaba su punto de culminación en Navidad, y, en la primavera, se paralizaba prácticamente por completo. Por consiguiente, se carecía de un artículo que viniese a llenar la laguna estival, y como, a partir de 1923, hiciera su aparición en la industria fotográfica la denominada «película estrecha», se puso sobre el tapete, por parte de las Oficinas Técnicas, la expresión «película estrecha», siendo acogida con todo interés por los fotógrafos, que habían enraizado en la Sección de Telégrafos a partir del asunto Photomaton.

Si se reduce el ancho de la película normal de 32 a 16 milímetros,

pueden caber en un metro de película 132 fotografías del tamaño 10,4 x 7,7. Con estas pequeñas fotografías no puede ciertamente iluminarse la gran pantalla del «cine», cuyo ancho alcanza a veces seis metros, pero sí una de menores dimensiones, por ejemplo, de 1,4 x 1. Para muchas finalidades — el hogar, la pequeña sala de conferencias y el colegio — es suficiente en la mayor parte de los casos. Así se tiene la ventaja de que las cámaras y los aparatos proyectores resultan más pequeños, más ligeros y mucho más baratos, de que una película estrecha de 100 metros dura 13,2 minutos, mientras que la película normal se consume ya en 5,3 minutos y — lo cual es de especial importancia — de que con la película estrecha puede utilizarse acetilcelulosa, no inflamable, por cuya razón no se halla sujeta a norma restrictiva de ninguna índole. De esta manera se produjo, a los pocos años de haber surgido la idea, un intenso movimiento en la industria fotográfica, con el fin de poner en manos del aficionado a la fotografía una cámara de película estrecha, juntamente con el propósito de copiar en dicha clase de película cintas apropiadas, sobre todo documentales y películas educativas, utilizándolas, con proyectores adecuados, en la escuela y en otras partes para fines de enseñanza. Así, pues, en la sesión de la Junta Directiva de Siemens & Halske se planteó un día la proposición de la Sección de Telégrafos de intervenir en este negocio futuro.

En relación con ello había disparidad de criterios. Algunos se opusieron acaloradamente, arguyendo que esta materia no tenía nada que ver con la electrotecnia. Tuvieron que oír que el planeado proyector, provisto de motor, reóstato, lámpara de proyección e instrumento de medida, había que considerarlo más como un aparato eléctrico que óptico, y que si más tarde, como estaba previsto, la película estrecha, muda hasta entonces, aprendía a hablar, siguiendo para ello el ejemplo de su hermano mayor, lo principal vendría a ser la instalación eléctrica. La cámara fotográfica era, en verdad, un instrumento óptico, pero, con todo, entraba de lleno en este sector. Finalmente, el jefe de la Casa tomó la decisión en favor de la propuesta. No sólo desde el punto de vista electrotécnico, sino también como construcción de mecánica de precisión, estaba la nueva rama tan íntimamente relacionada con los métodos de fabricación desarrollados en la técnica de medición y de telecomunicación, que encajaba perfectamente en la labor entonces realizada por los talleres, y podría serles muy útil, tal vez a modo de compensación en épocas de crisis.

La película estrecha se convirtió para la casa Siemens en un gran negocio. Por una parte, atraía a los compradores la belleza de líneas y la labor llevada a cabo por los talleres. Como siempre, el taller volvía a

tener el merecimiento máximo de que los difíciles mecanismos, como, por ejemplo, el arrastre de la película en el proyector o la regulación de las distintas velocidades en la cámara, funcionaban sin averías, incluso en manos poco habituadas a ello. También redundó especialmente en beneficio del negocio que la película estrecha se implantase como elemento pedagógico en todas las escuelas alemanas. A este respecto, y mediante la creación de documentales y películas educativas, se llevó a cabo una labor realmente ejemplar por un determinado «Centro del Reich para películas instructivas». Este organismo se encargó también de distribuir, entre algunas grandes Casas, el suministro de los aparatos, una vez examinada cuidadosamente la calidad y siempre que sus modelos ofreciesen la garantía de un funcionamiento impecable. La casa Siemens & Halske participó en ello con uno de los mayores contingentes.

Como es natural, el propósito de la Dirección de la Empresa había sido, de antemano, no fabricar por sí misma los objetivos utilizados para las cámaras y para los proyectores, sino adquirírselos a la industria óptica, pero a los proveedores les esperaban algunas sorpresas en este negocio con Siemens & Halske.

Los objetivos de las cámaras fueron sometidos a diversos procedimientos de verificación, desconocidos para las casas de óptica. Como el objetivo, por razón de las reducidas dimensiones de la imagen, posee una distancia focal extraordinariamente exigua, las pequeñas inexactitudes en la separación entre la lente y la película implican ya una sensible falta de nitidez y, por consiguiente, si esta separación se ajusta de un modo invariable, mediante la adopción de medidas adecuadas, al tratarse de una fabricación en serie, todos los objetivos deberán tener exactamente la misma distancia focal. Es totalmente inadmisible la menor discrepancia. Los objetivos, suministrados en grandes cantidades, hubieron de ser sometidos a un procedimiento de verificación, tan rápido como riguroso, derivándose de ello el grupo de «Laboratorios ópticos», adscrito al «Laboratorio central». Dichos laboratorios ópticos se habían iniciado en la época del Photomaton con un equipo compuesto de dos hombres. Diez años más tarde daban ocupación a más de 90 personas. Este gran incremento se debía, no en pequeña parte, a una misión que había atareado durante largos años a un sector de los más eminentes cerebros de este grupo de trabajo: la película en color.

Para elaborar fotografías en color, destinadas a ser proyectadas, puede utilizarse el hecho de que todo matiz cromático puede mezclarse a base de los tres colores básicos, rojo, verde y azul, graduando adecuadamente las proporciones de dichos colores, tal como venía haciéndose desde hace mucho tiempo en la denominada tricromía. Para la imagen habían de

hacerse entonces, mediante tres filtros de color otras tantas fotografías, volviéndose a proyectar mediante un filtro análogo y superponiendo exactamente las tres positivas de blanco y negro, obtenidas de este modo. Es evidente que, en la práctica, resulta irrealizable tal procedimiento, el cual requeriría, en el caso de la imagen viviente, tres cámaras y tres proyectores. Por este motivo, Rodolfo Berthon, basándose en una antigua idea de Liesegang, concibió, en el año 1908, utilizar solamente una cámara, una película y un proyector. En el objetivo de la cámara y en el del proyector superpuso en el mismo plano tres filtros de color, los cuales actuaban así en forma de diafragmas dispuestos uno sobre el otro. La emulsión sensible a la luz se hallaba en el reverso de la película. En su anverso iban grabadas finas ranuras, transversalmente al sentido de la trayectoria, ranuras que actuaban como lentes cilíndricas paralelas, sumamente estrechas y que, al impresionar la fotografía, proyectaban sucesivamente sobre la emulsión los tres haces de rayos de cada punto de la imagen, procedentes de los filtros, mientras que, en la reproducción, conducían dichos haces de rayos a través de los tres filtros, de forma que se reunían nuevamente en un color mixto sobre la superficie de proyección.

La puesta en práctica de esta idea, cuyas patentes trató de explotar un grupo francés juntamente con capital norteamericano, tropezó al principio con dificultades aparentemente insuperables. Por último, la casa Perutz, interesada, como fabricante de películas, en el procedimiento, estableció contacto con Siemens & Halske para proponerle una colaboración. En 1930 se mostraron éstos dispuestos a desarrollar los necesarios aparatos fotográficos y de reproducción.

Con el fin de relatar las dificultades técnicas de esta tarea, es menester mencionar que las lentes cilíndricas paralelas en el anverso de la película debían tener un radio de curvatura de 32/1.000 milímetros, la profundidad de la huella suponía 0,004 milímetros y la separación entre una lente y la próxima suponía aproximadamente el grosor de un cabello de mujer. Estas lentes eran introducidas a presión en el celuloide mediante rodillos de estampación, para los cuales fué menester idear un material especial, puesto que sus superficies debían contener un pulimento, hasta entonces todavía no requerido. Luego se esmerilaba el perfil de las lentes cilíndricas en la superficie de los rodillos, valiéndose para ello de herramientas provistas de diamante. De este modo se realizó toda la labor. La parte óptica, el funcionamiento mecánico y el control de los efectos luminosos exigía una precisión llevada hasta el máximo rigor. Como era inevitable, se dieron constantes reveses, que imponían la necesidad de realizar amplias modificaciones y nuevas arremetidas. Aun cuando

C. F. v. Siemens se dejaba constantemente arrastrar por el entusiasmo de sus colaboradores en las frecuentes visitas que efectuaba a los laboratorios, les manifestó un día enérgicamente que éste era el último millón que invertía en la prosecución de los experimentos.

Con motivo de la Olimpiada del año 1936 se exhibió en Berlín una película de corto metraje con un motivo de la época del rococó y en la que se utilizaba el nuevo procedimiento. Los delicados colores al pastel de aquella época constituyeron una sorpresa para todos los espectadores, de modo que los creadores de la película en color podían enorgullecerse justificadamente de su triunfo. Pero la alegría fué bien efímera. Casi al mismo tiempo lanzó la casa «Agfa» al mercado su película en color, la cual hacía pasar a la emulsión propiamente dicha la formación de los efectos cromáticos. Mientras que en el procedimiento Siemens-Berthon, como se llamaba entonces, el dispositivo reproductor requería ciertos aditamentos, que tenía que procurarse el «cine» — entre los que se contaban una nueva pantalla para la proyección —, la película Agfa podía utilizarse prácticamente sin efectuar modificación alguna en el conjunto de los aparatos. Éste constituyó un factor decisivo en favor suyo. Con harto dolor de corazón se tomó la decisión en la Empresa Siemens & Halske de renunciar a un negocio, en el que durante años enteros habían trabajado algunos de los más destacados investigadores y para cuya organización se había adelantado una buena suma de dinero. Pero con tales fracasos tiene que contar una Empresa, siempre que centre su misión en abrir nuevos derroteros a la Técnica.

Fernando Braun, el erudito de Estrasburgo, ya reiteradamente citado con motivo del desenvolvimiento de la radiotelegrafía, había utilizado a fines de siglo un tubo de rayos catódicos para indicar las variaciones de corriente y de tensión, puesto que, si con los electrones, lanzados rectilíneamente por el cátodo, se forma un haz mediante dispositivos adecuados, en tal modo, que surja un rayo claramente delimitado, y se hace pasar éste por un campo eléctrico o magnético, integrado por un electroimán o por dos placas metálicas paralelas, se desvía el rayo al excitarse el campo e indica toda variación de éste — y, por consiguiente, cualquier alteración de la magnitud excitadora de corriente o de tensión — con una exactitud igual a la de la aguja móvil de un instrumento de medida, diferenciándose sólo de éste en que el rayo se halla exento de masa, y que, por ello, sigue, sin la menor demora de inercia, toda variación de la magnitud de medida.

Tras los trabajos preliminares de Dufour logró Rogowski en Aquisgrán desarrollar del «tubo Braun» un «oscilógrafo de rayos catódicos». En éste, una placa fotográfica se desplazaba perpendicularmente a la desviación del rayo. De esta manera se registraba una curva indicadora de la marcha cronológica de la magnitud medida. Más tarde se sustituyó el movimiento de la placa por una segunda desviación del rayo, la cual era proporcional al tiempo y perpendicular a la dirección de su primera desviación. Con ello se había alcanzado el mismo efecto de un modo más sencillo que con el movimiento de la placa. Si en las observaciones — como ocurre muy frecuentemente en electrotecnia — se trataba de fenómenos periódicos, la desviación del rayo, proporcional al tiempo, podía disponerse de tal manera, que el registro de la curva, al concluir el período, se reanudaba constantemente desde la posición de partida. En ese instante, la imagen de curvas parecía estar en reposo. Entonces se fabricó de vidrio el tubo de Braun con un fondo plano, en el que el punto terminal del rayo describía la curva, recubriéndose la parte interior de dicho fondo con una capa fosforescente de sulfuro de cinc. Podía así contemplarse cómodamente desde el exterior la imagen de la curva, medirla y fotografiarla.

Uno de los primeros modelos de este oscilógrafo de rayos catódicos simplificado, y, al mismo tiempo, de elevadísima capacidad de rendimiento, lo lanzó al mercado la AEG, siguiendo rápidamente su ejemplo otras Casas. Por el contrario, Siemens & Halske había invertido mucho tiempo en el desarrollo del nuevo instrumento, y sólo al cabo de varios años lanzó un nuevo modelo que, por cierto, también en su desarrollo constructivo podía figurar dignamente al lado del antiguo oscilógrafo de bucle.

Cuando en el año 1928 se ocuparon, en el Instituto de Alta Tensión de la Escuela Politécnica de Berlín, del oscilógrafo de rayos catódicos, el estudiante de aquel Centro Ernesto Ruska recibió el encargo de seguir, por medio del cálculo, el rumbo de los electrones, desviados por efectos de campos eléctricos o magnéticos de una forma determinada. Si tales campos se formaban simétricamente a la rotación, su efecto sobre las trayectorias de los electrones, como había mostrado por primera vez H. Busch en 1926, era análogo al de las lentes sobre los rayos de luz. Por consiguiente, se hablaba de lentes eléctricas y magnéticas, comenzándose a desarrollar una «óptica de electrones». Ruska prosiguió las ideas resultantes de ello. En los primeros días de junio de 1931, M. Knoll, en calidad de representante del Instituto, mostró ante un círculo de colegas de Berlín la idea de Ruska, referente a un «microscopio electrónico» con lentes magnéticas. Independientemente de ello, Rüdenberg había sugerido cinco días antes a la Siemens-Schuckertwerke que solicitase una patente, la cual expresaba fundamentalmente la misma idea. Contra esta solicitud formuló una objeción la AEG, argumentando que su Instituto

de investigaciones, fundado en el año 1928, se ocupaba ya desde hacía algún tiempo en análogos trabajos y acerca de los cuales se había hecho ya referencia en la bibliografía correspondiente. Como se advierte, también en este caso se acometió la misma labor de invención desde tres puntos distintos y más o menos simultáneamente, de forma que, aparte de la pugna en torno a las patentes, se libró una enconada batalla entre los inventores acerca de la cuestión de las prioridades. Mientras que la patente de Rüdenberg quedó en suspenso dentro de Alemania como consecuencia de la objeción formulada, se otorgó aquélla en los Estados Unidos. Secundado por la Comunidad de Ayuda de la Ciencia Alemana, construyó Ruska, en 1933, juntamente con su compañero de estudios Bodo v. Borries, el primer «supermicroscopio», con el cual se alcanzó y poco después fué superado el poder separador del microscopio óptico. Ha de recordarse a este respecto que por poder separador de un microscopio se entiende la distancia entre dos puntos que, en el aumento respectivo, todavía pueden diferenciarse con seguridad como partes difusas. Esta distancia puede ser, a lo sumo, una tercera parte de la longitud de onda de la irradiación de reproducción. Como la luz visible posee una longitud media de onda (en el verde) de 5,5/10.000 milímetros, el poder separador del microscopio óptico más perfecto — esta idea se la debemos a Abbe — está irrevocablemente limitado a 2/10.000 milímetros.

Sin embargo, los electrones no sólo pueden considerarse, al igual que antes, como corpúsculos, sino, conforme a las ideas de la nueva física, también como paquetes de ondas de un fenómeno designado por el nombre de «ondas de materia». La longitud de estas ondas de materia, dependiente de la velocidad de la partícula respectiva, es extraordinariamente pequeña y, en nuestro caso, puede calcularse «grosso modo» como equivalente a la cienmilésima parte de la longitud de la onda luminosa. De acuerdo con ello, el poder separador del microscopio electrónico es un múltiplo de veces mayor que el del microscopio óptico, y de esta manera se logró, a poco de ello, crear instrumentos para rayos electrónicos, que poseían ya un poder separador 100 veces mayor que el de los mejores instrumentos ópticos, esto es, que permitían determinar separaciones de 1 a 2 millonésimas de milímetro.

Después de haber fracasado las negociaciones entabladas con otros diversos organismos y empresas en cuanto a la adopción del invento de Ruska, supusieron aquéllas un éxito en lo que respecta a la casa Siemens. En virtud de un contrato de empleo se puso a disposición de Ruska y de v. Borries un laboratorio especial, adscrito al laboratorio central y dotado de unos talleres de mayor capacidad, con el fin de desarrollar el supermicroscopio hasta alcanzar el grado de madurez para su fabricación y construirlo seguidamente en serie, si es lícito darle tal nombre tratándose de un aparato tan complicado como éste.

La guerra, que estalló poco después, constituyó, en verdad, un grave obstáculo para su desenvolvimiento ulterior. A pesar de todo, pudieron suministrarse hasta la terminación de la misma unos cuarenta microscopios. Estos instrumentos, de una altura aproximada de dos metros, estaban excelentemente ideados en su aspecto constructivo. Sobre todo, se había simplificado mucho su manejo, en sí complicado, mediante adecuadas combinaciones, y el trabajo de taller era el tradicional en la casa Siemens. Con el fin de facilitar el acceso de los instrumentos a la vida práctica, se equiparon, independientemente de los laboratorios de experimentación, otros especiales para personas ajenas a los mismos, poniéndose a la disposición — durante un tiempo más o menos largo — de conocidos investigadores, sobre todo, de médicos y biólogos. En ellos pudieron contemplar por primera vez en su vida, entre otras cosas, un virus.

Estos años que mediaron entre ambas guerras mundiales, fueron extraordinariamente pletóricos en adelantos físicos, que, con frecuencia, se iniciaron como investigaciones puramente teóricas, aparentemente al margen de su aplicación práctica, para dar después un repentino sesgo y conducir a resultados sorprendentes, que afectaron de un modo profundo a la vida humana. La teoría de la relatividad, fundamentada por Einstein, se había abierto paso como nueva fuente de conocimiento tras violentas luchas de criterio con el mundo científico, creando, con el perfeccionamiento de la mecánica de los quanta, una nueva visión física del mundo, entre cuyas tareas más importantes figuraba la de crear nuevas ideas, partiendo de la estructura de las más pequeñas piedras sillares del mundo y, con ayuda de las mismas, intervenir con vistas a la modificación de este microcosmos. Uno de los más importantes medios auxiliares para este propósito fué la producción de rayos que constan de partículas pequeñísimas de rápidos movimientos.

Únicamente puede hacerse que dichas partículas alcancen tales velocidades, siempre que lleven una carga eléctrica, pues sólo entonces podrá acelerárselas en campos eléctricos o magnéticos. Los portadores de una carga positiva son núcleos atómicos o fragmentos de tales, por ejemplo, núcleos de helio, que hace ya mucho tiempo han venido siendo empleados como los llamados rayos α o núcleos de hidrógeno (protones). Los portadores de una carga negativa son los electrones. Los primeros tienen, con respecto a los electrones, la ventaja de que la masa de su unidad, el protón, es más de 1.800 veces mayor que la del electrón, y que, por consiguiente — imaginados como proyectiles —, llevan consigo, a la misma velocidad, una energía casi 2.000 veces mayor. Así, pues, se hicie-

ron ensayos, por de pronto, en disposiciones que debían comunicar grandes velocidades a los iones positivos. Lo más sencillo parecía ser, de momento, hacerles recorrer un campo eléctrico constante de muy elevada diferencia de potencial. Pero todos los métodos desarrollados para ello adolecían del defecto de que las altas tensiones requieren muchísimo espacio y sólo difícilmente podían protegerse contra pérdidas por fugas.

En el año 1930 se dió a conocer un método propuesto por Lawrence en los Estados Unidos, mediante el cual se aceleran los iones sobre una trayectoria circular en tal forma, que giran en el interior de una caja redonda y plana, la cual se halla separada en dos mitades simétricas mediante un corte en la dirección del diámetro. Las dos mitades metálicas de la caja se hallan cargadas antagónicamente, y, cada vez que pasa la partícula por la hendidura separadora y se acelera a través del campo eléctrico dominante en la misma, se invierte la polaridad de las cargas, embalándose de nuevo la partícula al volver a pasar la hendidura, lo cual tiene que efectuarse en sentido opuesto. Dicha partícula se mantiene en su trayectoria circular mediante un campo magnético potente y constante, que atraviesa la disposición perpendicularmente al plano de la trayectoria. De esta forma aumenta su velocidad de revolución en revolución, hasta que, al alcanzar la celeridad máxima, se la expulsa de la cámara. Esta disposición se denominó en Norteamérica ciclotrón.

Aproximadamente al mismo tiempo, otros cerebros dotados de inventiva, tales como el ingeniero norteamericano Slepian y el noruego Winderöe, que estudiaban en Alemania, se ocuparon en acelerar electrones sobre tal trayectoria circular, sin que hubiesen logrado un éxito tangible. M. Steenbeck, colaborador en la fábrica Siemens de válvulas, fué el que logró en 1933 formular matemáticamente las condiciones de estabilidad relativas a este proceso, desarrollando el primer aparato utilizable para tal finalidad, que los norteamericanos denominaron betatrón, mientras que en la casa Siemens se creó la expresión mucho más gráfica de «honda de electrones». En él le ocurre al electrón lo que a la piedra en la honda. Dicho electrón pasa mediante un cátodo incandescente a una cámara anular al vacío, cuyo plano de la trayectoria es atravesado perpendicularmente por el campo de un potente electroimán de corriente alterna. Si dicho electroimán se excita con una frecuencia de, por ejemplo, 50 ciclos por segundo, el campo magnético, temporalmente creciente, engendra, en un determinado momento y dentro del espacio anular de la cámara electrónica, un campo eléctrico que recorre una trayectoria circular, en la cual es acelerado el electrón. En cierto modo, el electrón en rotación forma entonces la corriente secundaria, cortocircuitada en sí, del transformador, cuya bobina primaria representa el arrollamiento de excitación del electroimán. Una vez que el campo ha alcanzado su mayor valor, el electrón llega a su velocidad máxima y es expulsado. Todo este proceso se desarrolla en el primer cuarto de un período y, por consiguiente, con la frecuencia indicada, en 1/200 de segundo. Considerando un determinado caso, el electrón ha realizado en este breve tiempo 280.000 revoluciones en la cámara anular, con lo cual habrá cubierto un recorrido de 870 kilómetros, alcanzando una velocidad final de 285.000 kilómetros por segundo y aproximándose así a la velocidad de la luz. En el cuarto siguiente del período se repite el proceso con electrones recientemente infiltrados.

Los experimentos de Steenbeck fueron suspendidos en el año 1939, ya que había quedado demostrada la posibilidad del desarrollo descrito, pero el número de electrones rápidos, en comparación con el efecto empleado, es decir, el rendimiento, resultó ser demasiado exiguo para que hubiera podido prometerse de ello una aplicación práctica. En los Estados Unidos, por el contrario, la General Electric Co. hizo suya la patente de Steenbeck, entrando en 1941 en negociaciones con la Siemens-Schuckertwerke para hacerse cargo de la misma. La entrada de los Estados Unidos en la guerra, acaecida poco después, puso fin a tales convenios, y entonces los norteamericanos siguieron desarrollando con éxito el «betatrón», de un modo independiente. Su importancia estriba, sobre todo, en que con estos electrones rápidos pueden engendrarse rayos X de una dureza, esto es, de una onda tan corta, imposible de imaginar con los aparatos de rayos X usuales hasta entonces y que incluso supera la de la más dura radiación de radium. En consecuencia, el desenvolvimiento ulterior de la honda de electrones en el círculo Siemens se encomendó posteriormente a la Siemens-Reinigerwerke, a fin de desarrollar un aparato de rayos X para la terapia de profundidad, con el cual se pueden tratar especialmente los tumores malignos profundos.

Cuando Werner Siemens tuvo en el año 1865 que desalojar definitivamente el campo con su «telescriptor» ante el aparato de Hughes, y la idea de una aceleración del servicio telegráfico siguió ocupando al mundo técnico, plantearon apremiantemente en Berlín los círculos comerciales, especialmente interesados en esta cuestión, que se crease una comunicación rápida para los telegramas de entrada y salida entre la Bolsa, como centro mercantil más importante, y la Oficina Central de Telégrafos. De esta manera surgió el primer correo neumático en Alemania, cuya fabricación encomendó Werner Siemens a su Empresa. Los buenos resultados obtenidos con este nuevo medio de comunicación indujeron al Servicio de Correos del Reich, unos 10 años más tarde, a montar

en Berlín toda una red de correos neumáticos entre las distintas estafetas postales, red que se hallaba también a disposición del público para noticias urgentes. Estas instalaciones, que también surgieron en otras ciudades del mundo, se denominaban correos neumáticos de larga distancia, en contraposición a los correos neumáticos interiores, aparecidos más tarde, con los que únicamente se atendía un edificio de cuatro plantas o un conjunto de edificaciones, y cuyo alcance se hallaba limitado a unos 400 metros. Frente a los correos neumáticos de larga distancia, los cuales tenían que restringirse, como es natural, a ciudades bastante grandes, adquirieron cada vez mayor importancia los de servicio interior: Bancos, cajas de ahorro, compañías de seguros y, en general, todas las grandes oficinas, en las que importantes cantidades de documentos, papeletas y fichas habían de ir rápidamente de un punto a otro, economizaron con esta instalación una serie de recaderos, en un constante ir y venir. Después de la guerra, y recurriendo a los elementos de la técnica de telecomunicación, se crearon extensas redes con una serie de puestos transmisores y receptores, y ello en tal forma, que en cada punto transmisor podía elegirse la estación de destino, pulsando, de una serie de teclas, una determinada, con lo cual se cambiaban adecuadamente las agujas de los tubos. Todavía más sencillo era un procedimiento, en que el recipiente había de hallar su camino por sí mismo. Para este fin poseía en el cabezal un anillo giratorio, en el que podía ajustarse la estación de destino al igual que el instante de explosión en la espoleta de la granada. El recipiente tenía incluso el aspecto de un proyectil de artillería. Las palancas del tubo palpaban el ajuste del anillo del cabezal, logrando la debida colocación de las agujas.

Uno de los principales interesados en estos correos neumáticos interiores fué el propio Servicio de Correos, y ello con destino a las centrales interurbanas, todavía de tipo manual. En este caso, y en evitación de errores y quejas, es menester llevarlo todo por escrito: la petición de la conferencia interurbana desde el punto de admisión hasta el lugar de destino, la tramitación de informes, la modificación de peticiones, la información sobre tarifas, las averías y otras noticias. Entre las distintas agencias de una central interurbana de gran importancia, estas papeletas revolotean como bandadas de palomas.

Colocarlas en recipientes y pasarlas al correo neumático, seguiría siendo demasiado complicado. Por esta razón se llegó a la idea de utilizar tubos de sección rectangular — de aproximadamente 10×70 milímetros —, en los que se introducía sencillamente la papeleta doblada, impulsándola por aire comprimido (correo neumático de papeletas). En ciertos trayectos, casi siempre cortos, las papeletas eran también transportadas por cintas giratorias, colocándolas sujetas en estas cintas u oprimidas entre dos de ellas.

Ya se mencionó anteriormente que la firma Zwietusch & Co. había pasado, durante la primera Guerra Mundial, a poder de Siemens & Halske, prosiguiendo sus actividades como sección de la Wernerwerk bajo su antiguo nombre. Su misión consistía en la construcción de centrales interurbanas, y, por esta causa, tuvo que ocuparse del correo neumático, el cual se había convertido en la reserva permanente de una central interurbana. El concepto de correo neumático cambió pronto, convirtiéndose en «pequeña instalación de transporte». A los correos neumáticos de larga distancia e interiores vinieron a agregarse transportadores y distribuidores de cinta para grandes estafetas destinadas a cartas y paquetes postales, así como instalaciones de transporte de documentación. El correo neumático se utilizó incluso en acererías para llevar al laboratorio la probeta de material todavía caliente, con el objeto de examinar la calidad de la carga antes de fundir el tocho. Como las pocas Casas alemanas, ocupadas en la construcción de pequeñas instalaciones de transporte, apenas si tropezaban con la competencia extranjera, este negocio adquirió importancia con vistas a la exportación.

El período comprendido entre 1925 y 1928, durante el cual, y con motivo de la fundación de la Siemens-Reinigerwerke, la Siemens-Planiawerke y la Klangfilm G.m.b.H., se había producido una concentración parcelaria en los distintos sectores de trabajo, trajo, finalmente, consigo una concentración semejante en el negocio relativo al servicio de seguridad en los ferrocarriles. Sin embargo, la fábrica de blocs había incorporado oportunamente a su esfera de actividades, de acuerdo con el carácter del asunto, construcciones puramente mecánicas, sobre todo, las señales propiamente dichas. Ahora bien; desde la iniciación del servicio ferroviario existía en Alemania una serie de Empresas, casi todas ellas de poca importancia, que se ocupaban igualmente en la fabricación de estas construcciones puramente mecánicas, especialmente de aparatos de maniobra, produciendo, además, barreras para pasos a nivel y similares. De estas Empresas, los establecimientos de construcción de señales Zimmermann & Buchloh y de Schnabel & Henning, ambos en Bruchsal, y el de Stahmer en Georgsmarienhütte, cerca de Osnabrück, se habían fusionado en el año 1909. Al agregarse otras Empresas de menor importancia surgió así en 1917, cuando el servicio de seguridad de ferrocarriles se hallaba enteramente paralizado como consecuencia de la guerra, la «Deutsche Eisenbahnsignalwerke A.G.».

En 1926, la firma Max Jüdel A. G. de Braunschweig adquirió, en su calidad de copartícipe más potente entre los antiguos establecimientos de

construcción de señales, la mayoría de las acciones de la Deutsche Eisenbahnsignalwerke y constituyó con ellas una nueva combinación, cuya razón social era «Eisenbahnsignalanstalten vorm. Jüdel, Stahmer, Bruchsal A. G.». Pero tampoco en esta modalidad pudo sostenerse la Empresa común, ya que la electrotecnia le era más o menos ajena. Sin embargo, tenía ésta entonces carácter decisivo, hallándose a disposición de la fábrica de blocs los más diversos adelantos, desarrollados en la casa Siemens, como, por ejemplo, la telecomunicación y el mando a distancia, anteriormente descrito, con los elementos componentes de la telefonía automática, la técnica de relés, la de alta frecuencia, la construcción de motores eléctricos, los laboratorios ópticos para las señales luminosas diurnas, etc. El hallarse técnicamente respaldada la fábrica de blocs en la gran Casa, le otorgó tal superioridad frente a sus competidores, que éstos trataron de acercarse a ella. Siemens & Halske logró, pues, sin dificultad asegurarse la mayoría de la Empresa de Braunschweig, y en esta posición fundaron juntamente con la AEG la «Vereinigte Eisenbahnsignalwerke A.G.», de la cual una tercera parte correspondía a la AEG, otra a la Eisenbahnsignalanstalten Jüdel, Stahmer, Bruchsal» y otra a Siemens & Halske, no debiendo pasarse por alto que el tercer signatario tenía en sus manos al segundo. La Dirección de la nueva Empresa, de la cual se separó más tarde la AEG definitivamente, fué asumida por la fábrica de blocs.

No obstante, dentro del ámbito de la fábrica de blocs existía, asimismo, una fábrica de motores de gasolina, que principalmente abastecía a la fábrica de automóviles. A esta fábrica se aludió ya anteriormente, al describir la Siemensstadt. Se había fundado en el año 1905, cuando se creía que le estaba reservado un gran porvenir al automóvil eléctrico, cuyos motores se alimentaban mediante una batería de acumuladores, instalada en el mismo. Sin embargo, pronto se echó de ver que esta decisión se había adoptado algo precipitadamente, pues, ya al cabo de unos cuantos años, el automóvil equipado con motor de combustión interna demostró tal superioridad sobre el vehículo eléctrico — obligado a arrastrar su pesado acumulador —, que sólo en algunos casos aislados se recurrió a su empleo. Con el fin de no tener que volver a cerrar la nueva fábrica, montada para construir automóviles, se inició en ella la producción de vehículos con motor de gasolina, adquiriendo a tal objeto las patentes y los modelos de una fábrica berlinesa de automóviles, de importancia secundaria, juntamente con su marca «Protos». Los motores necesarios los construyó la fábrica de blocs, porque sus instalaciones de producción no podían resultar más adecuadas.

Prescindiendo de los motores de automóviles, construía, en pequeñas cantidades, otros tipos de motores para finalidades especiales y, por último, debía desarrollar para la nueva aviación civil los motores rotativos de aviación, que tan buenos resultados habían dado durante la guerra. Hubieron entonces de tomarse otras disposiciones con respecto a esta fabricación de motores, pues la Vereinigte Eisenbahnsignalwerke no quería saber nada de ella.

Carlos Federico v. Siemens intuía desde hacía tiempo que el motor de gasolina y todo lo que se relacionaba con el mismo era «ajeno a la Empresa». En todas las oportunidades posibles, en conferencias públicas, en manifestaciones privadas y en escritos, ponía constantemente de relieve que la misión de la Empresa estribaba en cuidarse de la electrotecnia, es decir, de toda la electrotecnia, pero que aquélla debería evitar ocuparse en cosas que no se hallaban dentro de su verdadera esfera de actividades. Como es natural, siempre sucedía que, por razón de especiales circunstancias, se introducía en el organismo un «cuerpo extraño» de tal índole, permaneciendo en él durante un lapso más o menos largo de tiempo. Fué preciso esperar la ocasión oportuna para eliminarlo. Esta oportunidad le había llegado a la construcción de automóviles, con la cual se ligaba para Carlos Federico, desde siempre, el recuerdo de un yerro manifiesto. Venía a agregarse la circunstancia de que, por aquel entonces, las fronteras alemanas se habían abierto a la exportación de automóviles procedentes de los Estados Unidos y que, si se quería competir con su producción basada en la fabricación altamente racionalizada de gigantescas cifras de automóviles, no podía hacerse con el tipo de fabricación con que se contaba en la Siemensstadt. El coche «Protos» — había que reconocerlo así — era técnicamente excelente, como todo lo que procedía de la Empresa. Tratábase de un coche elegante para personas exigentes, pero demasiado caro. No tenía sentido alguno seguir perdiendo dinero con él. Bien es verdad que la operación no se hizo sin dolor, pues el activo jefe de la fábrica de automóviles, encariñado con su tarea, se defendía desesperadamente, juntamente con su equipo, contra la disolución de su fábrica, pero Carlos Federico se mantuvo inflexible en su resolución. La «Protos Automobile G.m.b.H.» fué vendida a la «Nationale Automobilgesellschaft A. G.», la cual se hizo cargo también de una gran parte del personal técnico. A los talleres, que así quedaban vacantes en la Siemensstadt, no habría la menor dificultad en proporcionarles otra clase de trabajo.

Ya antes de fundarse la Vereinigte Eisenbahnsignalwerke, la fábrica de blocs había arrendado con destino a la fábrica de motores, fuera de la Siemensstadt, en Spandau, unos talleres que, al suspenderse la fabricación de automóviles, construían, en primer término, motores de avia-

ción y otros de combustión interna. Sin embargo, se evidenciaba que la fabricación primeramente citada era, si no la más importante, sí, al menos, la más interesante, razón por la cual el establecimiento perteneciente a Siemens & Halske se denominó « fábrica de motores de aviación ». De esta manera surgió allí un extraño conglomerado. Cuando Carlos Federico v. Siemens intentaba cerrar por completo este « despacho de gasolina » — como él, enojado, lo llamaba —, siempre se veía imposibilitado de hacerlo, al decírsele que se trataba de un gran taller experimental, el cual había que sostenerlo todavía durante algún tiempo en atención a los valores ideales y nacionales que entrañaba.

Si se lanza una ojeada a lo referido en el presente capítulo y se toma en consideración que ello sólo puede ofrecer un sector de lo que en el transcurso de los años había venido agregándose, en cuanto a peculiaridades de mayor y menor cuantía, al primitivo programa de trabajo de la Wernerwerk, no puede extrañar que de esta manera se hubiese roto el marco de una fábrica en el sentido hasta entonces usual. En el año 1905, la « Wernerwerk » representaba una espléndida fábrica, si bien todavía no enteramente completa. Durante la guerra había venido a añadirse la Wernerwerk M, para diferenciarla de la cual, la antigua se denominaba ahora Wernerwerk F. Más tarde hubieron de incorporarse la Zwietusch en la Charlottenburger Salzufer, así como los talleres de la « Gesellschaft für elektrische Apparate » (Gelap) a la Dirección General de la Wernerwerk, regida por Hettler. Además, se habían alquilado unos talleres al Norte y al Sur de Spandau, así como en Haselhorst, haciendo las necesarias ampliaciones para realizar allí la producción de la Sección de Telégrafos, avisadores de incendios y amplificadores. Ante la fábrica de cables en Gartenfeld se alzaba un magnífico edificio de nueva planta para alojar en éste el taller de carpintería. Al Sur de Siemensdamm, la ancha vía de acceso a la Siemensstadt, surgió la primera ala de una alta edificación, cuya ampliación se hallaba en proyecto y que, por de pronto, había de acoger todo lo relacionado con la fabricación de material de « radio ». Hettler desistió de designar con nombres especiales sus diversas fábricas, talleres y almacenes, y les puso sencillamente un número: Wernerwerk I era la antigua edificación, que había dado nombre al conjunto; Wernerwerk II, la fábrica de instrumentos de medida (M), etc. En el año 1930 se había llegado con tal procedimiento a la Wernerwerk XVI, fábrica de pilas secas, emplazada igualmente en Spandau. En este grupo fabril había ocupadas en dicho año unas 29.000 personas, entre ellas, alrededor de 7.000 empleados. Por aquel entonces trabajaban en toda la Siemensstadt alrededor de 60.000 productores.

Una de estas construcciones, la Wernerwerk X, denominada más tarde

« Wernerwerk Hochbau », no era una fábrica, sino, en el fondo, el nuevo edificio administrativo de Siemens & Halske. En él se albergaba el presidente de la Junta Directiva con su personal y las secciones de venta de telecomunicación, que, en otro tiempo, se hallaban instaladas en la antigua Wernerwerk F, juntamente con una parte de sus importantísimos laboratorios y oficinas de construcción, así como la administración comercial. En los sótanos, el casino de empleados, que compartían también las fábricas contiguas y, bajo la techumbre, una enorme sala de actos. Si bien la instalación interior era sumamente sobria, contenía, a pesar de todo, algunos salones de sesiones y de carácter representativo, en los cuales el arquitecto — con depurado gusto — mostraba al visitante la amplitud de miras de la Entidad que le había encomendado la construcción. Por lo demás, en lo que se refiere a la estructuración técnica: abastecimiento de agua, protección contra incendios, calefacción, ventilación, alumbrado, ascensores, telégrafos y teléfonos, correo neumático, instalación de cocinas, sala de actos, mostraba, como es natural, los últimos adelantos técnicos. Al estudiar estos pormenores tiene que llamar la atención del observador el hecho de que en la actualidad, y en contraposición a las grandes construcciones profanas del pasado, a los palacios reales y a los ayuntamientos, una gran parte de la pompa espiritual y material se halle en la instalación técnica interior.

En el aspecto externo, la construcción era deliberadamente sencilla. Renunciaba a todo ornamento y a todo efecto de sombras en las grandes superficies murales, haciendo que únicamente la estructuración de las masas realizase tal papel. Cuatro prolongaciones, de longitud y altura desiguales, rodeaban un patio. De un ángulo interior se alzaba una torre roma, en cuyo remate se hallaba la maquinaria del ascensor de la escalera principal. Como es lógico, se habían ponderado bien las diversas medidas de longitud y altura de las partes arquitectónicas, derivándolas exactamente de las dimensiones de las calles y edificaciones colindantes, de la incidencia de la luz y también del efecto artístico, pero, en el observador imparcial, este edificio causaba la impresión de un burgo ciclópeo, construído de bloques cúbicos, apilados irregularmente por puños gigantescos, hasta alcanzar una altura máxima de once pisos, de aspecto rígido y serio, objetivo y sobrio. Una expresión del espíritu de la época, escribían los periódicos y de ello se hacían lenguas las gentes.

¿ Era esta época realmente tan objetiva y tan sobria ? ¡ Ojalá lo hubiese sido !

XXIX.

LA FUNCIÓN ECONÓMICA

Las disposiciones del Gobierno del Reich de 28 de diciembre de 1923 y de 28 de marzo de 1924, relativas a los balances oro, impusieron también a Siemens & Halske la imperiosa necesidad de borrar las inmundicias financieras, derivadas de la época de inflación, y establecer nuevamente el capital social. Como ya es sabido, habíase fijado el capital, de acuerdo con la creación de la Siemens-Rheinelbe-Schuckert-Union, en 130 millones de marcos cada una en acciones de fundador y preferentes. Las últimamente citadas se hallaban en las cajas de caudales de las Empresas pertenecientes a la comunidad de intereses. Como provenían de la época de la gran devaluación monetaria, se redujeron en la proporción de 20 : 1. En cambio, las acciones de fundador, de bastante solidez, se estampillaron de acuerdo con la relación de 10 : 7. Ello dió por resultado 91 millones de Reichsmark en acciones de fundador y 6,5 millones en acciones preferentes, esto es, un capital social de 97,5 millones de Reichsmark en conjunto, con el cual podían iniciarse las operaciones.

Las antiguas obligaciones de Siemens & Halske y de Siemens-Schukkertwerke habían quedado reducidas, no obstante la revalorización legal, a un total aproximado de 21 millones de Reichsmark, razón por la cual ya no constituían una importante carga para la Casa. Por otra parte, las necesidades de capital de inversión se habían acrecentado grandemente por las actividades de reconstrucción de la posguerra, pero en Alemania apenas si podía obtenerse dinero en la primera época del Reichsmark. Por el contrario, lo ofrecían desde América. Haller entró, por consiguiente, en contacto con la casa de banca neoyorquina Dillon, Read & Co., la cual pretendía dedicarse al negocio alemán en contraposición con las grandes Casas, unidas a los aliados durante la guerra. A principios de 1925, Haller concertó con dicha Casa, en favor de Siemens & Halske y Siemens-Schuckertwerke, un empréstito de más de 5 millones de dólares por tres años, y otro de igual cuantía por diez años. Para ambos era menester abonar un 7 por 100 de intereses e hipotecar ciertos valores. De acuerdo con anteriores criterios era éste un dinero que salía muy caro.

Pronto hubo necesidad de más, y no sólo para ampliar las fábricas

nacionales, sino también con destino a los grandes negocios internacionales. Con respecto a la electrificación de Irlanda hubieron de anticiparse sumas que ascendían a millones. La aparición de Behn en el negocio del teléfonos y la incipiente lucha por las concesiones extranjeras implicaba la habilitación de importantes medios. Entretanto, también el Deutsche Bank había vuelto a intervenir en las operaciones crediticias internacionales, y, en interés de la casa Siemens, se había establecido contacto con Dillon, Read & Co., lo cual dió lugar en otoño de 1926 a la concesión de un nuevo empréstito en obligaciones de la Siemens & Halske y de Siemens-Schuckertwerke. Éste constaba de una «tranche» norteamericana de 24 millones de dólares y otra alemana de 25 millones de Reichsmark, ambas por una duración de 25 años y a un interés del 6 1/2 por 100. Mediante un pago adicional de intereses, Haller había hecho que a sus capitalistas les produjese tal negocio un buen sabor de boca, pues, a pesar de todo, suponía 130 millones de marcos, suma ésta que el Reich no hubiera obtenido, seguramente, del mercado libre. De conformidad con las cláusulas establecidas en el convenio, el acreedor percibía, a una renta fija del 6 1/2 por 100, un bono al 1/3 por 100 de interés por cada porcentaje en que el dividendo medio de las dos Sociedades deudoras rebasase la cuantía del 7 por 100. Ahora bien; en el Ejercicio de 1926/27, los dividendos de Siemens & Halske ascendieron al 12 por 100, los de Siemens-Schuckertwerke al 9 por 100, siendo, por consiguiente, el promedio un 10 1/2 por 100, razón por la cual el acreedor de las obligaciones obtuvo un bono del 1 por 100. La idea era original y atrajo a los norteamericanos, tan dados a la especulación. Veían en ello un valor de renta fija, a la que iba ligada la acción, en tanto que su movimiento fuese ascendente. En el caso de venirse cuesta abajo, se desligaría en un determinado punto. Para el deudor resultaba ciertamente caro el dinero, pero sólo en tanto lograra buenos beneficios. Por lo demás, se abonaba entonces en Alemania, en concepto de réditos bancarios y según la índole del caso, un 10 por 100 e incluso más. Con el dinero así obtenido, se reembolsó, de momento, el primer empréstito en dólares de 1924, por una cuantía de 5 millones, con la breve vigencia de tres años.

El nuevo empréstito imponía como premisa para la Siemens-Schuckertwerke un cambio de organización, aunque sólo de carácter externo. La Empresa había operado, a partir de su creación en el año 1903, como Sociedad Limitada (G.m.b.H.). En aquella época se había seguido este derrotero, porque la Sociedad constaba sólo de dos copartícipes: la Siemens & Halske A.G. y la Elektrizitäts A. G. vorm. Schuckert & Co., evitándose de esta suerte una serie de formalidades, prescritas por la Ley de Sociedades Anónimas. Sin embargo, si ahora quería dirigirse al

mercado crediticio norteamericano, no podía figurar como Sociedad Limitada. Este tipo de sociedades no lo conocían los norteamericanos. Por otra parte, no respondía a las rigurosas exigencias que se planteaban. Como consecuencia de ello, en 1927 se transformó la Siemens-Schuckertwerke en una Sociedad Anónima con un capital de 120 millones de Reichsmark, integrado por 90 millones de acciones al portador y 30 millones de acciones nominales. Las acciones se hallaban íntegramente en posesión de las dos Casas matrices y, por consiguiente, no se negociaron en Bolsa.

En la Junta General Ordinaria de Siemens & Halske, celebrada el 26 de enero de 1929, el Consejo de Administración sorprendió a los accionistas con la proposición de elevar el capital social en 14 millones de Reichsmark. Sin embargo, la totalidad de esta suma no se emitiría inmediatamente, porque se querían utilizar de momento las acciones de nueva creación para participar en dos Sociedades, con las cuales se deseaba establecer una relación más estrecha. Por consiguiente, el Consejo de Administración y la Junta Directiva fueron facultados para habilitar la parte de la suma total autorizada, que se considerase necesaria para los fines propuestos. Se trataba primeramente de la «Elektrische Licht- und Kraftanlagen A. G.», que en esta obra se ha venido citando como fundación común de Siemens & Halske, y el Deutsche Bank, un «trust» a la antigua usanza, oriundo del año 1897, con el cual se habían relajado bastante las relaciones en el transcurso de los años. A fin de volver a consolidar los vínculos, Siemens & Halske adquirió de «Licht und Kraft», como se la denominaba en Bolsa, acciones por valor de 7,5 millones de Reichsmark, canjeándolos por 5.000.100 Reichsmark de las acciones propias. Además, se cedieron con el mismo propósito acciones ordinarias de S. Brothers & Co. Ltd. de Londres por una cuantía de 450.000 Libras esterlinas, a cambio de 4.589.900 Reichsmark de acciones propias, logrando con ello una participación recíproca en la antigua Empresa fraterna que había perdido la Casa como consecuencia de la guerra. Convertida ahora en una Empresa puramente británica, no dejaba de desempeñar un importante papel, tanto en el mercado nacional como en el negocio internacional de telégrafos y teléfonos. Por esta razón, Siemens & Halske creyó hallar en ella, por razón de un acuerdo firmado simultáneamente sobre intercambio de patentes y experiencias, un aliado en las deliberaciones con las Casas norteamericanas. El Dr. H. Wright, Director Gerente de Siemens Brothers, entró a formar parte del Consejo de Administración de Siemens & Halske.

Para estas dos transacciones se necesitaban, en total, 9.590.000 Reichsmark de nuevas acciones, no pasándose, de momento, de esta ampliación

de capital, de forma que el capital social ascendía entonces a 100.590.000 Reichsmark en acciones de fundador y a 6,5 millones de Reichsmark en acciones preferentes, representando, por consiguiente, un total de 107,09 millones.

La prosecución del principio, tanteado primeramente en 1926, acerca de las «Participation Debentures» y, al mismo tiempo, la ultimación de la reorganización financiera en la casa Siemens, supuso en el año 1930 otro nuevo empréstito de 14 millones de dólares y de 10 millones de Reichsmark, concertados nuevamente por Dillon, Read & Co., en unión del Deutsche Bank, esta vez sólo con destino a Siemens & Halske, cuyos pormenores pueden considerarse como un caso único en la historia financiera de Alemania. El empréstito tenía validez hasta el año 2930. En realidad, parecía algo jocoso hablar de una relación comercial por espacio de un milenio, si bien estaba condicionada por la norma norteamericana de que, para cualquier estipulación de esta índole, era menester prescribir un límite temporal, pudiendo rescindirse por los acreedores, como mínimo, a partir del año 2005, razón por la cual era aquél prácticamente irrescindible. Debía producir un interés equivalente a la cuantía de los dividendos de las acciones de fundador, aunque, como mínimo, habría de ser del 6 por 100. La aproximación de la obligación a la acción se evidenció más por la cláusula de que, si los accionistas, al elevarse el capital, obtenían derechos de adquisición o acciones liberadas, habría también de concedérseles los mismos privilegios a los titulares de las obligaciones de participación. En una palabra: estas obligaciones se diferenciaban de las acciones únicamente por el hecho de que tenían un rédito mínimo, y, en el caso de mayores pérdidas de la Empresa, resultaban más seguras. En realidad, sólo les faltaba una cosa: el derecho al voto.

Una cantidad considerable de las «Participation Debentures» la vendió la Casa Dillon, Read & Co., de conformidad con una estipulación preestablecida, a la General Electric Co., lo cual no podía ser más del agrado de Siemens & Halske. En tanto que los títulos se hallasen en manos de tanto prestigio, no andarían a la deriva y no podrían utilizarse abusivamente por los especuladores, dando con ello lugar a lamentables fluctuaciones en su cotización. La General Electric Co. podía considerarse como competidora, únicamente en un sentido muy restringido, y no suponía perjuicio alguno que se hallase interesada en la prosperidad de Siemens & Halske. El resto fué emitido en las Bolsas de Nueva York y Amsterdam a una cotización de 233,5 y 236 por 100.

Debido a lo caótico de aquella época, el empréstito milenario no satisfizo las esperanzas que se habían puesto en él. Aun cuando Siemens &

Halske repartió todavía un dividendo del 14 por 100 para el Ejercicio de 1929/30, « en atención a los nuevos acreedores del empréstito », como se decía en la Memoria, la cotización descendió rápidamente bajo la presión ejercida por la crisis económica mundial que, entretanto, se había producido. Cuando en Alemania se dictó una moratoria para la transferencia de intereses en divisas, las perspectivas para los acreedores eran bastante problemáticas. Posteriormente nos referiremos a las consecuencias que ello trajo consigo.

El que la mayor Empresa electrotécnica alemana obtuviese esta ayuda financiera de fuente norteamericana, parece en cierto aspecto extraño, teniendo en cuenta el hecho de que Alemania, considerada como economía nacional, era el más poderoso competidor de los Estados Unidos en la lucha por el mercado electrotécnico universal, pues, expresando en cifras el mundo de la electrotecnia, los Estados Unidos ocupaban el primer puesto, Alemania el segundo, y de todos los demás países del mundo podía decirse: « Seguían a continuación ... »

La producción total de artículos electrotécnicos se cifraba en los Estados Unidos en unos 7.100 millones de Reichsmark, y, en Alemania, en alrededor de 2.700 millones. Por otra parte, las exportaciones de Alemania suponían, en lo que se refiere a artículos electrotécnicos, 536 millones de Reichsmark (frente a 331 millones de marcos en el año 1913), esto es, aproximadamente un 20 por 100 de la producción, pero las exportaciones norteamericanas sólo representaban 448,4 millones de Reichsmark, lo cual venía a suponer un 6,8 por 100 de aquélla. El enorme mercado nacional norteamericano, prácticamente cerrado al mundo exterior por los elevados aranceles proteccionistas, absorbía precisamente la casi totalidad de la producción. Ésta es la razón de que Alemania figurase a la cabeza, en cuanto a la exportación de artículos electrotécnicos, en la competencia con todos los países.

De acuerdo con el informe de la administración podían calcularse para el Ejercicio de 1928/29 las transacciones de Siemens & Halske en 300 millones de Reichsmark, y las de la Siemens-Schuckertwerke, en 550 millones, incluyendo en ambos casos las Empresas filiales, que se hallaban enteramente en poder de las Casas matrices, lo que representa un total de operaciones valoradas en 850 millones. Por otra parte, el programa norteamericano para el empréstito milenario estimaba las transacciones totales en 225 millones de dólares, esto es, en 935 millones de Reichsmark. Tal vez se incluyeran aquellas Empresas intervenidas por el capital de la mayoría. Calculando sólo sobre la base de 900 millones, quiere ello decir que una tercera parte de la producción electrotécnica alemana procedía de la casa Siemens. En los otros $^2/_3$ participaban más de 100 Empresas grandes, medianas y pequeñas. Un 30 por 100 aproximadamente de la producción de Siemens iba a parar al extranjero.

La industria electrotécnica alemana daba, en total, ocupación a unas 355.000 personas. En la casa Siemens, por sí sola, trabajaban 131.000, de ellas 108.000 en Alemania. Por consiguiente, en el promedio del Reich correspondía a cada individuo una participación en la producción de 7.500 Reichsmark y, en lo que se refería a Siemens, de unos 6.900. En ello se refleja la integración del personal con elementos « improductivos », destinados a la investigación y al desarrollo de nuevos procedimientos. Baste recordar los trabajos descritos en los capítulos anteriores para darse cuenta del lujo de personal a que todo ello daba lugar. Otras muchas Empresas de gran importancia se limitaban a la fabricación corriente, que, de cuando en cuando, reorientaban, una vez que los precursores — a modo de rompehielos — habían dado cima a sus trabajos.

Con respecto a la situación de Siemens en este terreno era significativa la relación numérica existente entre empleados y obreros. Siemens & Halske tenía en Alemania 26.569 obreros, frente a 10.789 empleados. Por cada 2,5 obreros había un empleado. En la Siemens-Schuckertwerke trabajaban 42.798 obreros y 16.401 empleados, correspondiendo un empleado a cada 2,6 obreros. Por consiguiente, cuando una Empresa de esta categoría da ocupación a un número tan elevado de empleados, no cabe duda de que posee una significación para la masa del pueblo distinta a otra con el mismo número de personas ocupadas, que únicamente realicen una basta labor manual, como ocurre en la mayor parte de las Empresas minerometalúrgicas. Así se decía humorísticamente que con los profesores que trabajaban en la casa Siemens podía dotarse a toda una Escuela Politécnica.

Junto a los investigadores, inventores y constructores que dieron tal renombre a la Casa, existía, sin embargo, en Siemens un grupo de personas que se hallaban adscritas al taller y que, aun no ostentando precisamente el título de profesor, elevaron los fundamentos de sus actividades a la jerarquía de una ciencia, sin que tal vez, desde un principio, se dieran claramente cuenta de ello. Los primeros indicios de esta evolución ya se advirtieron antes de la contienda, pero el antagonismo de obstinados elementos hizo que, dentro del sector de la industria alemana de maquinaria, no se adoptase una trascendente decisión hasta la época de la guerra, con una forzosa orientación hacia la fabricación en serie de piezas heterogéneas en diversos talleres con personal, en su mayoría no aleccionado. A fines de 1917 se creó la « Comisión de Normas de la Industria Alemana », la cual se propuso establecer un orden, basado en

la simplificación, con respecto a la inabarcable multiplicidad de elementos básicos, desde los diámetros de ejes y las longitudes de tornillos hasta los formatos del papel, lo cual constituía la primera premisa de toda producción económica. Cuando después de la guerra se vió que en los demás países existían análogos afanes y — especialmente en numerosos viajes de estudios efectuados a los Estados Unidos — se comprobó qué éxitos ya había acusado allí la tendencia hacia una « dirección científica de la Empresa » (scientific management), se desplegó en la industria alemana — en tanto se hallase bajo el influjo de los ingenieros — un ingente movimiento, cuya tendencia puede designarse escuetamente con el tópico de « racionalización ». La impresión predominante que los ingenieros obtuvieron en sus viajes de estudios por el país de las ilimitadas posibilidades económicas, se refleja en la obra de Köttgen, publicada en 1925 y muy comentada a la sazón: « América económica ».

La racionalización ha de iniciarse en la construcción, esforzándose ésta en aprovechar plenamente las posibilidades que brindan los perfeccionados materiales. Por otra parte, habrá que intentar producir una gran variedad de tipos sobre la base de un número relativamente exiguo de piezas normalizadas. En último término, deberá orientarse la construcción hacia la fabricación y no inversamente, como antes se hacía en la mayor parte de los casos. Aplicando todos estos principios, se logra reducir constantemente el consumo de material para un determinado rendimiento de la máquina. Köttgen expuso sugestivamente a sus compañeros de promoción, con motivo de una conferencia pronunciada en 1937 ante la V. D. E. (Asociación de Electrotécnicos Alemanes), lo que se había logrado en este terreno durante el transcurso de los años. El peso de un transformador de aceite para corriente trifásica, de 100 KVA, había disminuído de 3.400 kilogramos en el año 1900 a 800 en el año 1937, bajando su precio al 22 por 100 del valor original. Un cable de corriente trifásica para 10.000 voltios pesaba en el año 1910 todavía 16 kilogramos por metro, mientras que en el año 1937 sólo ascendía a la mitad. Motores, contadores, instrumentos de medida, aparatos telefónicos e incluso grandes máquinas: todo ello no sólo se había perfeccionado en el decurso del tiempo, sino que también sus dimensiones se habían reducido considerablemente, su peso era más ligero y, por consiguiente, su precio se había abaratado. « El espíritu desplaza a la materia », exclamaba Benkert, llevado del entusiasmo que le era peculiar, con ocasión de una conferencia pronunciada acerca de este mismo tema.

Además, en lo fabril significa, por regla general, la racionalización que se administre debidamente la labor humana. El proceso de trabajo se divide en operaciones parciales, cada vez más numerosas, simplificándose éstas en tal forma, mediante la creación de herramientas y dispositivos adecuados, que pueden realizarse en masa por obreros puestos al corriente en un mínimo de tiempo y en calidad uniforme. Siempre que ello dé lugar a operaciones muy sencillas, constantemente repetidas, surge la cuestión de si ese trabajo no puede mecanizarse también. La decisión dependerá de los costes de inversión que ello origine, los cuales habrán de ponderarse con respecto a la cantidad producida y a la probable duración de la aplicabilidad del procedimiento. Lo primero que se mecaniza comúnmente es el transporte.

Para todas estas consideraciones era, lógicamente, de decisiva importancia la duración de cada proceso de trabajo, la cual tenía ahora que medirse con el cronómetro. El « Centro nacional de productividad en la industria y en la artesanía », fundado poco después de terminarse la guerra, instituyó, por esta razón, una « Comisión de Fabricación Económica », la cual creó, a su vez, el « Comité Nacional para la determinación de tiempos de trabajo » (REFA). En este organismo se intentó con mucho celo — y también con buen éxito — situar el muy debatido problema de los estudios de tiempos sobre bases intangibles, indicándose a las Empresas que sus estudios de tiempos los realizasen únicamente de conformidad con las directrices emanadas de la aludida REFA.

El complemento del estudio de tiempos lo constituye el estudio del trabajo. Parte del conocimiento de que la máquina tiene un tiempo, mientras el hombre posee un ritmo, y que tanto el tiempo como el ritmo son casi enteramente distintos. El ritmo humano representa un fenómeno biológico muy complicado, que apenas puede medirse, sino que únicamente puede describirse cualitativamente, máxime teniendo en cuenta que, en el fondo, es diferente para cada persona. Sin embargo, pueden agruparse los individuos en clases o tipos, y hallar para su comportamiento ciertas reglas, a fin de establecer, según ellas, el probable rendimiento en un determinado trabajo, tomando como base los estudios de tiempos, ya generalizados.

Tales consideraciones conducen a las zonas límite, que separan la fisiología del trabajo, de su psicología. Su esclarecimiento es de decisiva importancia para el ambiente de la fábrica, y ello le interesó en grado sumo al espíritu, abierto y vivaz, de Benkert. Después de seis años de actividades en Sörnewitz, coronados por los mayores éxitos, había pasado a ser director de la fábrica de material pequeño, asumiendo también, cuatro años más tarde, en su sector de mando la fábrica de motores eléctricos, próxima tanto en lo espacial como en lo referente al trabajo. Allí se dedicó con sus discípulos — todo verdadero maestro crea, como es sabido, una escuela — a los cometidos anteriormente descritos, refe-

rentes a la racionalización y a la conducción de masas humanas, con toda la pasión de su vigoroso temperamento. Así, pues, Benkert — como verdadero inspirador del nuevo espíritu — introdujo ideas en las fábricas, para las cuales el Nacionalsocialismo, que posteriormente advino, creó después tópicos tales como comunidad de empresa, fidelidad de equipo, ética del trabajo. El hecho de que Benkert, en sus actividades ulteriores, utilizase esta fraseología nacionalsocialista de la Empresa con más frecuencia de lo que tal vez era necesario, no modifica en nada el hecho de que fuese un idealista de buena fe, quien, aun teniendo en cuenta el éxito alcanzado por la racionalización, libró una decidida lucha contra el avasallamiento del hombre por la máquina.

Un tipo diametralmente opuesto a Benkert era su respectivo colega en Siemens & Halske. Después de haber estructurado la factoría Wernerwerk, unificada en un principio, mediante nuevas separaciones y dependencias en un gran número de fábricas más o menos autónomas, se había llegado también en Siemens & Halske, de acuerdo con el ejemplo proporcionado por la Siemens-Schuckertwerke, a una especie de administración central de factorías, que se denominaba « Dirección fabril de la Wernerwerk F ». La Wernerwerk M mantuvo durante toda una serie de años una posición autónoma, hasta que, finalmente, fué incorporada a la « Dirección general fabril de las factorías Wernerwerk ». El sucesor de Alfredo Hettler — el meritísimo creador de la fabricación racional en Siemens & Halske — dentro de esta Dirección fabril fué Gustavo Leifer.

En contraposición a Benkert y a Hettler, ambos ingenieros de carrera, Leifer provenía del taller, en donde había comenzado como uno de los representantes más competentes del obrero metálurgico berlinés, llegando, finalmente, a convertirse en miembro de la Junta Directiva de su Empresa. Creía erróneo preterir demasiado al obrero especializado en favor de los operarios no calificados, haciéndole superfluo debido a una extremada mecanización, con mayor motivo porque, a su vez, ha de rendir servicio como reserva de nuevas promociones para maestros de taller y empleados de la Empresa. Por esta razón le interesó especialmente la cuestión relativa al aprendizaje y a la asociación « Escuela Profesional para la Técnica Mecánica de Precisión », creada en el año 1922 por iniciativa de Franke. Esta asociación había instituído, juntamente con el Ayuntamiento de Berlín, la « Gausschule », (llamada así en honor del gran matemático Gaus) escuela técnica de enseñanza media, que daba especial preferencia a la mecánica de precisión y a la electrotecnia y en cuyo Consejo de Inspección se hallaba decisivamente representada la empresa Siemens & Halske por medio de Franke y, posteriormente, por Leifer. La Empresa dió todo aliento posible a la escuela, y cada año envió a

algunos de sus mejores aprendices para su ulterior capacitación, asumiendo sus gastos por medio de becas. Contrariamente al ímpetu idealista de Benkert, era Leifer un carácter sobrio y frecuentemente adusto. Para las personas que le rodeaban, no era nada fácil contentarle, ya que, como viejo y rutinario experto en la Empresa, no se le podía hacer comulgar con ruedas de molino. Un maestro indicó un día a un vecino una novedad de fabricación que él había ideado y de la cual se enorgullecía mucho, y le preguntó qué opinaba de tal innovación. Después de reflexionarlo un poco, contestó: « Cuidado, no vaya a ser que se entere Gustavo ».

La idea de la racionalización del proceso industrial había partido realmente de los ingenieros, pero cuando, en los años que siguieron a la primera Guerra Mundial, comenzó dicha idea, avivada por el ejemplo norteamericano, a difundirse en Alemania, captó también a aquellos estratos de personas ocupadas en la industria, a las cuales, bajo la ya inapropiada denominación profesional de « comerciantes », se las consideraba hasta entonces — especialmente en Siemens — algo más que modestos auxiliares en el conjunto del proceso, pero que, al desarrollarse ahora una economía científica de Empresa, adquirieron una importancia cada vez mayor.

Al exponerse cómo habían surgido antes de la guerra las denominadas Secciones de Tráfico de Siemens-Schuckertwerke, se mencionó ya esta clasificación por sectores de trabajo — Sección de Centrales, Sección de Industria, etc. —, como también que su ulterior subdivisión perseguía, sobre todo, la finalidad de poder verificar mejor el resultado económico de estos distintos elementos componentes. Por tal razón se llamaron también primitivamente Secciones Compensadoras y, del mismo modo, se independizaron las factorías desde el punto de vista contable. Toda Sección y todo Grupo disponía así, por de pronto, de unas determinadas transacciones. Ésta era el coeficiente cardinal de rendimiento, que aseguraba invariablemente la jerarquía en la escala de valencias. De acuerdo con ello se obtuvo una serie de coeficientes de rendimiento, consistiendo el último objetivo en determinar el nexo exacto entre el esfuerzo y el éxito obtenido.

Y aquí es cuando comienzan las dificultades. Como mejor se da uno cuenta de ello, es imaginándose el procedimiento contable en una pequeña fábrica de maquinaria a fines del siglo pasado.

Si se querían determinar en este caso los costes de fabricación de un determinado producto, ya fuese en los cálculos previos, esto es, antes de la puesta en ejecución para hallar una base de precio destinada a la oferta, o bien en los cálculos posteriores, a fin de determinar los gastos

que realmente se hubiesen producido, se calculaba el valor de las materias primas que habían de emplearse, seguidamente los salarios «productivos» que habían de destinarse precisamente a la elaboración de este material, y a éstos se les sumaban luego los «costes» en forma de factor numérico fijo. El recargo de costes contenía o debía contener todos los demás desembolsos proporcionalmente resultantes de la fabricación de la pieza, comenzando con los intereses y amortizaciones para los medios de producción, pasando por la procuración de energía, calefacción, luz, y llegando hasta los sueldos del director, el contable y el guarda nocturno, a más de los gastos de viaje, franqueo, consumo de papel, etc. Como no se creía poder calcularlos para la pieza aislada, se determinaba sencillamente la relación de la totalidad de los gastos con respecto al total de los salarios productivos. Si la suma de los gastos representaba aproximadamente 1,2 veces la de los salarios, el recargo por costes representaba un 120 por 100.

A medida que la producción se diferenciaba dentro de la fábrica, esta modalidad de cálculo resultaba cada vez más errónea, pues si determinados productos exigen gastos especiales con respecto a la fabricación en sentido estricto — que otros no reclaman o bien no lo hacen en la misma proporción, como, por ejemplo, trabajos evolutivos, ensayos más dilatados, almacenajes, medidas publicitarias de índole especial, etc. — contribuyen, como es natural, más que otros a la cuenta general de costes. El factor de costes, común a todos ellos, los favorece, por consiguiente, a expensas de los demás, que grava indebidamente. Por lo tanto, al aumentar las Empresas en número y magnitud, al incrementarse los trabajos en los laboratorios y en las oficinas de construcción, al hacerse mayor la administración, al intensificarse las obligaciones sociales, en una palabra, en todo trabajo que no fuese la verdadera fabricación, se impuso cada vez más apremiantemente en Siemens una nueva ordenación de la contabilidad.

Fué una feliz casualidad que en aquella época de la posguerra, pletórica de impetuosa voluntad de reorganización, coincidiese en la casa Siemens un grupo de colaboradores jóvenes, al que ya no le correspondía del todo la expresión, anteriormente empleada, de «comerciantes», puesto que su formación no se limitaba a un aprendizaje, en el sentido usual de otra época, sino que en las Escuelas Superiores de Comercio o en las Universidades dichos colaboradores se habían familiarizado con las nuevas ideas allí expuestas. Después de que, en el transcurso de varios años de trabajo profesional, lograron intuir cómo se desenvolvía, en realidad, el proceso industrial y las deficiencias de que adolecía el sistema contable que se venía empleando hasta entonces, comenzaron espontáneamente a adentrarse poco a poco en las tierras vírgenes y a poner en práctica otros métodos.

El problema esencial estribaba evidentemente en distribuir los gastos, que, en virtud del procedimiento contable que regía hasta la fecha, no correspondían evidentemente a una determinada unidad soportadora de gastos, sino aquellos que, como tales «costes», no tenían, de momento, una concreta calificación. Se les dió, por de pronto, la nueva denominación de «costes comunes», evitando con ello el estigma inherente al término hasta entonces en boga y el cual significaba cierta traba de orden psicológico para su justa y equitativa distribución. Seguidamente se hizo la clasificación con arreglo a dos puntos de vista. De una parte se crearon unidades soportadoras de gastos y secciones de gastos: las unas eran determinados sectores objetivos de tareas; las otras se referían a las distintas secciones, juntamente con su personal. Ambas podían gravarse con gastos. Por otra parte, se subdividían cada vez más las categorías de los costes y, por último, existían centenares de ellos e igualmente cientos de secciones de gastos. La tarea consistía entonces en gravar la verdadera categoría de costes de la sección correspondiente, y, valiéndose de baremos de rendimientos, individualmente calculados, en agregar momentáneamente los desembolsos de las secciones de gastos a otras secciones o bien a las diferentes unidades soportadoras de gastos.

Si estos cálculos se hubieran querido realizar de acuerdo con los métodos practicados hasta entonces, habría habido que emplear a un número tal de personas, que los gastos habrían superado en mucho a las ventajas que se ansiaban obtener, prescindiendo del hecho de que los resultados hubieran llegado demasiado tarde. Sin embargo, la técnica de las máquinas de oficina se había perfeccionado extraordinariamente. Las calculadoras, ya usadas desde hacía tiempo, se habían convertido en máquinas contabilizadoras, y, finalmente, se habían introducido las de fichas perforadas, surgidas en los Estados Unidos, que en Alemania se alquilaban o vendían a través de la Deutsche Hollerith-Maschinen-Gesellschaft y la Deutsche Remington-Powers-Lochkartenmaschinen G.m.b.H. Con la Casa últimamente citada firmaron las fábricas Siemens un acuerdo para introducir cada vez más las máquinas en su propia Empresa y adaptarlas, en caso necesario, a las tareas especiales que allí se daban. En estas máquinas se utilizan, como es sabido, fichas para retener cualesquiera hechos numéricamente susceptibles de determinarse, en los cuales se fija el proceso por medio de combinaciones de orificios perforados. En estos orificios encajan, cuando la ficha pasa por la máquina, unas palancas palpadoras, las cuales, a su vez, controlan los demás procesos. De esta manera pueden clasificarse las fichas de acuerdo con determinados puntos

de vista, agregándose sus datos y agrupando en tablas los resultados obtenidos. Tales máquinas se pueden acoplar también a las utilizadas usualmente en las oficinas, de forma que, al extenderse una factura, se recogen simultáneamente por una ficha perforada los datos de importancia para confeccionar una estadística.

Con estos modernos recursos auxiliares se estaba ya en condiciones de formar una estadística de la Empresa, que captase todos los acaecimientos importantes, representándolos en seguida en forma numérica y clasificándolos según diversos puntos de vista. Lo que especialmente importaba era el «en seguida», pues ¿para qué sirve un control, cuyos resultados no aparecen hasta muchos meses después del suceso que interesa? El papel principal lo desempeñaba siempre la irreprochable determinación de los costes de fabricación. Si cuando, tiempos atrás, eran insatisfactorios los resultados económicos de una fábrica, se iniciaba la búsqueda del «devorador de costes» y las secciones se echaban mutuamente la culpa con toda clase de artificios de cálculo, pero ahora se descubría rápidamente, y la Dirección de la fábrica podía reflexionar acerca de lo que había de hacerse. Cuando el mercado prescribe un precio de venta inferior al coste, puede, a pesar de todo, adoptarse — a guisa de ejemplo — la decisión de seguir fabricando el producto respectivo hasta nuevo aviso, puesto que tal vez existan motivos que así lo justifiquen. Sin embargo, ahora se sabía, al menos, de antemano cuánto dinero estaba invertido en el negocio y únicamente había que resolver la cuestión de hasta cuándo se pretendía seguir haciéndolo. Así, pues, el nuevo sistema de contabilidad daba a la Dirección de la Empresa ideas de una certidumbre, sin la cual apenas si hubieran podido captarse los procesos cada vez más complicados.

La reorganización de la contabilidad de empresas adquirió especial importancia para los establecimientos externos y las sucursales radicadas en el país y en el extranjero, pues si se quería emplazarlas ampliamente sobre bases propias, se hallaban — ésta era una característica peculiar de la Empresa — tan íntimamente ligadas a la Casa matriz, que habían de guiarse por los mismos principios. Con respecto a su ulterior evolución, sobre todo a la de las sucursales como punto de apoyo para las ventas, es menester, pues, concretar algo más las cosas.

Roberto Maass, el meritísimo creador de esta organización, se había jubilado en el año 1918. Los elementos más jóvenes que trabajaban en las secciones de venta de Siemens-Schuckertwerke, consideraron anticuada la forma en que trabajaban las sucursales y exigieron la implantación de reformas. Como sucesor de Maass se nombró al Dr. Luis v. Winterfeld, quien, emparentado con la familia Siemens, había prestado servicios en

la Casa, ya con anterioridad a la guerra. A su cargo quedaron, por de pronto, únicamente las Oficinas Técnicas alemanas de Siemens-Schuckertwerke, mientras que las otras sucursales europeas en la Sección de Ultramar habrían de seguir bajo la jurisdicción de Germán Reyss, cuya dirección técnica desempeñaba desde 1910. Como por aquel entonces — o sea, al terminar la guerra — aun no se podía abarcar lo que había quedado de las representaciones radicadas en el extranjero y lo que era menester crear nuevamente, se conceptuó, de momento, que la mejor solución era centrar todo en una sola mano. Sin embargo, una vez más o menos consolidada la situación en el extranjero y cuando pudieron apreciarse aproximadamente en Berlín las posibilidades de negocios allí existentes, se desglosó la mayor parte de las sucursales europeas del nexo constituído por la Sección de Ultramar, poniéndolas igualmente bajo la dirección de v. Winterfeld.

La reconstrucción del negocio de ultramar en la Siemens-Schuckertwerke marchó, en realidad, más rápidamente de lo que se hubiera sospechado. Cinco años después de la terminación de la guerra se había vuelto a alcanzar el volumen de pedidos correspondiente al año 1913, si bien fué entonces cuando se abrieron al comercio alemán las colonias y los dominios británicos. El peso del negocio lo constituían América Central y del Sur y Asia Oriental. En Iberoamérica se hacía sentir, sobre todo, la influencia de capitales procedentes de los Estados Unidos, que no sólo redundaba en beneficio de la industria del país de origen, aunque, como es lógico, constituía éste su primer objetivo. La competencia norteamericana dió también mucho que hacer a la casa Siemens en los mercados de ultramar, menos por los precios que por los plazos de entrega, los cuales, en algunos casos, sólo suponían la mitad o incluso una tercera parte de los alemanes. En Asia Oriental, esto es, en el Japón, Corea, Manchuria y China, el impulso del auge económico residía principalmente en el gran afán de expansión de la industria japonesa, tras la cual se hallaba, a su vez, la ambición política del Imperio. Así, pues, el punto de apoyo de la Casa, creada antes de la primera Guerra Mundial en Tokio — la Siemens-Schuckert Denki Kabushiki Kaisha — pasó a ser una de las más importantes representaciones en ultramar.

Después de la guerra, la General Electric Co., la Westinghouse Electric & Manufacturing Co. y la Western Electric Co. habían establecido relaciones con grandes Firmas japonesas, y cuando la casa Siemens quiso afianzar su posición en el Japón, tuvo que apoyarse igualmente en uno de los grandes consorcios industriales de aquel país. Fué éste la Furukawa Denki Kogyo K. K., que poseía minas de cobre y fabricaba en gran escala cables y conducciones de toda índole. Con esta Entidad concertó la Sie-

mens-Schuckertwerke en otoño de 1923 un contrato conducente a la creación de la Fusi Denki Seizo K. K. En ésta participaba la casa Siemens con un 30 por 100, la Furukawa con un 45 por 100 y accionistas ajenos, casi todos ellos japoneses, con un 25 por 100. Bajo la dirección de Siemens-Schuckertwerke, la Fusi construyó en Kawasaki, entre Tokio y Yokohama, una magnífica factoría, cuyo personal directivo estaba integrado, en su mayor parte, por alemanes. Esta empresa producía máquinas, transformadores, interruptores y material análogo, así como instrumentos de medida. A partir de entonces sólo se habrían de adquirir en Alemania determinados modelos especiales. Ya se ha aludido a la fábrica de material telefónico, montada por la Fusi dos años más tarde bajo las mismas premisas.

En el año 1913 tenía Alemania, entre todos los países del mundo, la mayor participación en las exportaciones de productos electrotécnicos. Desde 1925 hasta el comienzo de la segunda Guerra Mundial mantuvo nuevamente este puesto, si bien con la diferencia de que los Estados Unidos habían llegado casi a igualarla. En el año 1936 participaba Alemania con 26,6 por 100, los Estados Unidos con 25,3 por 100, Gran Bretaña con 19,8 por 100 y Holanda con 7,5 por 100 y, en conjunto, con un 79,2 por 100 en la exportación electrotécnica mundial. La quinta parte restante se dividía entre todos los demás países. Antes de la guerra, la participación de los Estados Unidos había sido menor. Se hallaba en tercer lugar, a continuación de la Gran Bretaña, pero, desde entonces, su poderosa industria electrotécnica se había orientado cada vez en mayor grado hacia el negocio de exportación, siendo para el resto cada vez más difícil afrontar esta competencia.

Además, en la Siemens-Schuckertwerke se hacía sentir el inconveniente de que Alemania hubiese estado aislada del resto del mundo durante la guerra. Esta sensación de verse excluída de la evolución técnica con respecto al resto del globo, dió también lugar a numerosos viajes a los Estados Unidos, emprendidos por industriales e ingenieros alemanes, poco después de la contienda. Por otra parte, también se solía tropezar en aquel país con el deseo, manifestado por Casas americanas, de colaborar más estrechamente con Alemania y así, con ocasión de una visita de Reyss a los Estados Unidos en 1922, se llegó a establecer contacto entre la Westinghouse Electric and Manufacturing Co. y la Siemens-Schuckertwerke, lo cual cristalizó dos años más tarde en un contrato relativo al intercambio regular de patentes y experiencias. De acuerdo con el mismo, cada Sociedad destacó en lo sucesivo cerca de la otra a un «enviado», que mantenía el contacto personal con el otro copartícipe y que mediaba en el intercambio de experiencias. La Westinghouse ocupaba sólo el

segundo lugar en la industria electrotécnica americana pues la Entidad de más relieve era la General Electric Co. Sin embargo, aquella Empresa gozaba de un renombre especial como audaz precursora, y la Siemens-Schuckertwerke no ha tenido por qué lamentar esta unión, que perduró hasta la iniciación de la segunda Guerra Mundial.

La reforma exigida por las Secciones de Tráfico en las sucursales alemanas de Siemens-Schuckertwerke comenzó con la determinación de los costes. De modo diferente a lo que ocurría en la fábrica, lo que interesaba en este caso era que no se perdiera ninguna participación en los costes y que se suprimiese la búsqueda de las «diferencias», que tanto tiempo reclamaban antes. El almacenaje y la contabilidad fueron enteramente reorganizados. Las cuentas corrientes pasaron, al igual que en la Casa matriz, de los gigantescos libros patriarcales a una «contabilidad definitiva» de acuerdo con el procedimiento de hojas cambiables; se utilizaron máquinas de contabilidad, economizadoras de trabajo, y todo ello se resumió en unas prescripciones tan esmeradamente confeccionadas, que surgieron verdaderas obras didácticas, las cuales sirvieron de modelo a otras muchas Empresas alemanas. Para las oficinas, esta transformación de la contabilidad y del sistema de cálculo revestía tanta importancia, porque en el casi centenar de fábricas que trabajaban más o menos autónomamente, llevaba implícito el máximo peligro de que se perdiesen los valores materiales o ideales.

Con ello corría parejas la formación del personal técnico para lograr una mayor sistematización en sus trabajos publicitarios, apoyados por recursos auxiliares de diversa índole y, en especial, por ficheros de fácil orientación, a fin de no ir a ciegas en los viajes y poder inspeccionar debidamente las operaciones de montaje, lo cual resulta difícilmente asequible a una racionalización, y también, paralelamente a ello, el adiestramiento y la sistemática utilización de aquellos viajantes, cuya misión consistía en vender los objetos de uso diario, lo que venía a constituir el campo de trabajo de la Sección de pequeños artículos manufacturados. Con respecto a estos productos se habían creado en las oficinas de mayor importancia locales especiales para fines de exposición, en los cuales podía exhibirse al público el funcionamiento de los aparatos.

Como el personal se contaba por centenares en las sucursales de importancia, y como los almacenes, el parque de vehículos, las salas de exposición y los talleres reclamaban en sí considerables exigencias de local, sucedió a poco de ello que se adquirieran o construyesen casas propias para las fábricas, instaladas hasta entonces en edificios alquilados. Algunas de estas construcciones se contaban entre las más representativas de la ciudad en que estaban enclavadas e incluso también en el extranjero.

En contraposición a este cambio y rejuvenecimiento de las Oficinas Técnicas de Siemens-Schuckertwerke, las de la casa fraterna Siemens & Halske habían quedado, en lo que respecta la organización, algo rezagadas en el desenvolvimiento general, si bien el volumen de sus transacciones se había incrementado muchísimo de un año a otro. La Sección de Telégrafos había lanzado al mercado un sinfín de nuevos artículos, la producción de teléfonos supletorios había experimentado un gran auge y, al lado de los instrumentos eléctricos de medida, figuraba también la rama de los aparatos calentadores eléctricos. Había venido a agregarse también el negocio de la «radio», y todo el círculo de clientes se había ensanchado enormemente. Pero la «Centralstelle für die Technischen Büros» («Central de Oficinas Técnicas») vigilaba solícitamente su autonomía en relación con las tentativas de aproximación de v. Winterfeld. Lo que podía ser conveniente para Siemens-Schuckertwerke, acaso no lo fuese ni con mucho para su negocio. Ahora bien; para Carlos Federico v. Siemens no existía más que una «Casa» y, por esta razón, se dió cuenta que una de sus tareas más importantes consistía en solventar las recrudecidas discordias y agrupar a los colaboradores para trabajar en buena armonía. A todas las secciones comunes les encomendó la tarea de luchar contra los repulsivos particularismos. Por esta razón coincidió también con el deseo de v. Winterfeld de enlazar ampliamente entre sí las sucursales externas de las dos Casas hermanas. Sin embargo, lo único que deseaba, en consonancia con su carácter, era que no se procediese de modo violento.

Un buen día — a fines de 1924 —, un funcionario de la Brigada Criminal de la Policía berlinesa informó confidencialmente a la casa Siemens & Halske de que el cajero de su Oficina Técnica de Berlín era asiduo concurrente a los hipódromos y a otros lugares en donde se gastaba mucho dinero. Sin embargo, de la inmediata y concienzuda revisión de los libros no resultó cargo alguno contra él, pero, al cabo de algún tiempo, confesó el estafador su culpabilidad, descubriéndose con este motivo fraudes por una cuantía de 135.000 Reichsmark. La sentencia con que concluyó la vista del proceso comprobó, identificándose así con el informe de la defensa, que la casa Siemens & Halske había facilitado grandemente la deslealtad cometida por su empleado, ya que la organización de sus servicios de Caja y contabilidad era, a todas luces, insuficiente.

Para no herir susceptibilidades, más o menos comprensibles, Carlos Federico v. Siemens encomendó, por de pronto, a la «Centralstelle für die Technischen Büros», que así se había puesto en evidencia, el encargo de ordenar su propia casa a la mayor brevedad posible, pero, después de año y medio de dar vueltas en torno al círculo de las personas responsables, se dió cuenta de que éstas no podían dar cima a tal cometido y, por esta razón, confió a v. Winterfeld — entretanto, miembro de la Junta directiva de Siemens-Schuckertwerke — la reorganización de la «Centralstelle» y de sus oficinas. Poco después le nombró igualmente miembro de la Junta Directiva de Siemens & Halske, con el fin de ligar más a las dos Casas, procedimiento éste que había empleado ya con éxito en lo financiero y en lo que afectaba al personal. De esta manera, la ordenación comercial de las oficinas de Siemens & Halske quedó enteramente asimilada a la de las oficinas fraternas, agrupando en la mayor parte de ellas — a excepción de las tres más importantes — la administración comercial de ambas Empresas en una común. De hecho, debían seguir existiendo dos representaciones independientes, toda vez que, como es sabido, se trataba de dos personas jurídicamente distintas. Sin embargo, para que en Siemens & Halske no se tuviese la impresión de que con esta reorganización se había avasallado a la hermana más joven, se instaló en la factoría Wernerwerk el nuevo centro administrativo común bajo la dirección de v. Winterfeld y se le denominó, cambiando una letra, «Zentralstelle für die Technischen Büros».

Dentro de la jurisdicción de Winterfeld figuraba la capacitación de las nuevas generaciones técnicas y comerciales. Ya se mencionó anteriormente, que tanto los jóvenes ingenieros diplomados como los alumnos que habían concluído sus estudios en las escuelas técnicas de enseñanza media, habían de recorrer, después de su admisión, las distintas secciones o factorías, a fin de precaverse contra una prematura especialización y poder estudiar sus posibles aptitudes peculiares. Sin embargo, seguía resultando difícil aleccionar y observar a cada una de estas nuevas generaciones de tal modo, que realmente se consiguiera un resultado óptimo en el proceso de formación.

Cuando una importante Empresa quiere llevar a cabo una gran labor de formación profesional, existe, en el fondo, un solo procedimiento: la escuela. Ésta significa en tal caso que los alumnos de una promoción constituyen un grupo coherente, una auténtica clase escolar, que siempre se concentra hacia un aprendizaje común, aun cuando, temporalmente, se distribuya en distintas secciones para su capacitación ulterior. Dicha labor de concentración responde a la necesidad de que los profesores, a quienes incumbe su desenvolvimiento, puedan ejercer una labor fiscalizadora. Tal camino era el emprendido en la casa Siemens con la formación de los aprendices industriales, acerca de lo cual ya se aludió anteriormente. Ahora se iba a hacer lo propio con la capacitación de las nuevas generaciones que prestarían servicio en el campo comercial. A

los jóvenes — por regla general, bachilleres — se les instruía en todas las asignaturas mercantiles durante un curso de los años, en el cual se habían previsto alternativamente las enseñanzas escolares y la colaboración práctica en las oficinas. Posteriormente cursaban un semestre antes de iniciarse los estudios propiamente dichos. Durante dicho semestre se familiarizaba al novato, en unión de los aprendices industriales, con los fundamentos del trabajado de los metales. De esta manera se le hacía sentir el espíritu de la artesanía. Los resultados de esta preparación mercantil fueron tan brillantes como las experiencias obtenidas con los aprendices de la rama industrial.

Una tarea de instrucción e incorporación de índole peculiar surgió después de la guerra, merced a los esfuerzos, realizados por oficiales profesionales licenciados, a fin de obtener un empleo en la vida civil. A la mayor parte de la oficialidad, que había crecido sobremanera durante la guerra, no podía dársele ocupación en el ejército de 100.000 hombres de la República. Por esta causa, los más jóvenes y más adaptables entre los que habían sido licenciados, trataron de buscar acomodo en la industria, para lo cual se dirigieron preferentemente a las grandes Empresas, que, más que las de menor importancia, se hallaban en condiciones de asumir los gastos que suponía su incorporación a la vida civil. Así, pues, una gran parte de ellos se presentó a la casa Siemens con la súplica de que se les diese ocupación en los trabajos comerciales y administrativos. Carlos Federico v. Siemens estimaba que era también un «nobile officium» de su Empresa brindar la posibilidad de una nueva existencia a estos desempleados, sin culpabilidad propia.

Como es natural, fué menester vencer ciertas resistencias, más bien nacidas del ambiente y procedentes de los círculos políticos de matiz radical. Éstos hablaban de «militaristas», a quienes debía dárseles un pico y una pala, para que, al fin, supiesen lo que era trabajar de verdad.

Ahora bien; es preciso hacer una distinción entre soldado y militarista, pues si por militarismo se entiende una actitud espiritual, según la cual, todo aquello que se considera apetecible, trata de lograrse a viva fuerza y sin miramientos respecto a si es o no justo, entonces sí que existe un gran número de militaristas, que jamás han llevado uniforme. Es preciso reconocer que el soldado se halla especialmente expuesto a las tentaciones del militarismo, pero existen también profesiones, para las cuales las tentaciones de la presunción resultan peligrosas, tales como el renombrado erudito o el celebrado artista, y sería injusto tener a todos ellos, de antemano, por presuntuosos. El que uno sucumba a una específica enfermedad profesional, depende de su carácter, y ello es también aplicable al soldado.

A los antiguos soldados no se les brindó una vida nada fácil en Siemens, pues fueron destinados a puestos propios de principiantes, donde se les hizo trabajar de firme. Para ellos no regía otra máxima que la tradicionalmente usual en la Casa: «El que algo rinda, prosperará, aunque, a veces, sea con lentitud; los demás, se quedarán atrás». Por consiguiente, algunos de ellos no tardaron en darse cuenta de que sus esperanzas — de otra especie — nunca llegarían a cuajar aquí y, de esta manera, no hicieron más que ir tirando. Los verdaderos militaristas de entre ellos se vieron a poco arrastrados por los turbios torbellinos de la posguerra, en la que se ensalzaba el evangelio de la violencia. Pero los que siguieron trabajando de buena fe, fueron llegando más, pronto o más tarde — en la medida de su talento y de sus aptitudes — a puestos de responsabilidad, escalando algunos incluso los estratos superiores máxime si a una actitud digna iba aparejada un franco e íntegro carácter.

Después de la guerra surgieron por doquier arduas cuestiones relacionadas con la política social: las exigencias relativas a salarios y sueldos, negociaciones sobre tarifas, seguros sociales, representación de los productores, procuración de trabajo para los mutilados de guerra, instituciones benéficas y otras más. Por esta razón, Carlos Federico v. Siemens consideró que tales cuestiones, que hasta entonces las había llevado, juntamente con otros asuntos económicos, la «Sección de Economía Nacional», debieran ser tramitadas por un grupo especial. Las separó, por consiguiente, del nexo que hasta entonces las ligaba y las agrupó en la «Sección de Política Social». A partir de 1919 existía también la Sección de Personal. La diferencia entre ambos organismos residía en que el primero se ocupaba en cuestiones de índole general, resultantes del factor de producción «mano de obra humana», mientras que el segundo se consagraba al caso individual y aislado. Bien es verdad que cada factoría contaba con su Sección de Personal, en la cual se realizaba con regularidad la labor correspondiente a las filiaciones, pero era necesario cuidar, a través de un organismo central, que se procediese en todas partes con arreglo a los mismos principios, y, además, se necesitaba un organismo de apelación, ya que cada productor tenía el tácito derecho de recurrir al Jefe de la Casa, siempre que se sintiese tratado injustamente. Por último, se tramitaban en la Sección de Personal los expedientes de los empleados de alta jerarquía. Este organismo lo regentaba el Geheimer Baurat Germán Görz, ex director de las fábricas Siemens en Rusia, quien, al terminar la guerra y al confiscarse las propiedades rusas pertenecientes a la Empresa, halló en él un campo de actividad al que estaba predestinado por razón de su carácter correcto y amante de la justicia. Al fallecer Görz en 1930, Carlos Federico v. Siemens agrupó la «Sección

de Política Social» y la «Sección de Personal» en la Unión de Personal, bajo la dirección de un miembro común de la Junta Directiva para Siemens & Halske y la Siemens-Schuckertwerke, poniendo así en una sola mano la administración y el cuidado de todos los componentes de la Empresa, que sobrepasaban ya la cifra de 100.000 personas. Para poner en práctica esta tarea nombró a uno de los antiguos oficiales a que anteriormente se hizo alusión, el Dr. Wolf Dietrich v. Witzleben, quien, desde el final de la guerra, había prestado servicio en la Sección de Política Social.

La segunda mitad del período comprendido entre 1920 y 1930, en el que se ha detenido dilatadamente nuestro relato, trajo consigo una plétora de nuevos cometidos técnicos, una expansión transitoriamente impetuosa del negocio, la erección de nuevas fábricas, así como fusiones y transformaciones en lo referente a la organización. El número de los que trabajaban en la Siemensstadt aumentaba, de año en año, por millares. Asimismo, las barriadas crecían a ojos vistas, llevándose entonces sistemáticamente a cabo una política de viviendas, fomentada por la Empresa mediante donación de terrenos propios y concesión de hipotecas. Se trataba de una colonia bien delimitada, de carácter urbano, con bloques de viviendas claras, aireadas y sencillas, al gusto de la época, y dotadas en invierno de un sistema de calefacción a distancia. Esta barriada festoneaba la parte Norte de la gran carretera de acceso hacia la Jungfernheide, prolongándose en dirección al Noroeste con gratas viviendas monofamiliares y bifamiliares, rodeadas de jardines, cuyo frente llegaba hasta el canal de Hohenzollern. Entremezcladas, había zonas verdes con edificios públicos, y, entre ellos, dos iglesias. En conjunto, se había roto definitivamente con las lóbregas casas de vecindad a la antigua usanza. Hacia 1930 vivían ya en Siemensstadt 15.000 personas.

Esto, así como el constante incremento del personal, hicieron que el problema del transporte de ida y vuelta a la ciudad adquiriese proporciones cada vez más inquietantes. Considerado desde el punto de vista del tráfico, la estación del ferrocarril de circunvalación de Jungfernheide constituía la frontera de Berlín. Desde este punto conducía hacia Siemensstadt — y, rebasando ésta, hasta Gartenfeld — la amplia carretera de acceso, en la que había que utilizar el tranvía o el autobús. Aun cuando los establecimientos fabriles de Siemensstadt escalonaban ampliamente las horas de entrada y de salida al trabajo, poniendo también las Empresas de transportes todos los vehículos disponibles en las horas de mayor tráfico, no podían resolver tal aglomeración, y algunas empleadas hubieron de renunciar a trabajar en Siemens ante el riesgo de estropear sus vestidos durante los viajes de ida y vuelta. Tras largas

deliberaciones, el Servicio de ferrocarriles se mostró dispuesto a construir, desde la estación de Jungfernheide, un ramal que había de empalmar con el ferrocarril urbano y que atravesaría la Siemensstadt hasta Gartenfeld, a fin de transportar las masas humanas en el momento de las horas de tráfico más intenso. Para ello utilizaría trenes compuestos de 12 vagones y montaría un servicio cada dos minutos, imponiendo, sin embargo, la condición de que la Empresa asumiese la mayor parte de los gastos originados por este concepto. Éstos no eran nada exiguos, pues el primer tramo pasaba por la margen pantanosa del río Spree, la cual había de atravesarse en dos puntos. Pero en la casa Siemens se supo afrontar el sacrificio financiero que se exigía, lográndose de esta manera solucionar la cuestión del transporte, que, entretanto, se había hecho insostenible. Todo aquel que haya visto más tarde salir de las hermosas estaciones de «Wernerwerk» y de «Siemensstadt» los largos y atestados trenes encarnados, con tan breves intermitencias, que podían contemplarse mutuamente, y si, además, lograba enterarse de la situación que reinaba con anterioridad a la creación de tal ferrocarril, tenía que darse fácilmente cuenta de que, sin este medio de locomoción, no hubieran podido iniciarse las últimas construcciones y ampliaciones fabriles.

Los años comprendidos entre 1924 y 1929 no habían supuesto exclusivamente para Alemania una época de recuperación económica, si bien en este país — después de la estabilización de la moneda, la reglamentación provisional de la cuestión de las reparaciones por el plan Dawes y la afluencia en masa de créditos extranjeros — se puso especialmente de manifiesto el auge a que todo ello dió motivo, pues, como hemos visto, esta copa, que apenas contaba un lustro, también estaba colmada hasta el borde para la casa Siemens con los frutos del progreso técnico y económico. En los Estados Unidos, tal evolución no había sido menos intensa. Las gigantescas necesidades de recuperación, tras los años de destrucción y de privaciones, habían provocado en el mundo entero tal apetencia de mercancías — primeramente de artículos de consumo y luego de inversión —, que parecía realmente insaciable. Ello, a su vez, había dado lugar a una fiebre de especulaciones, que llegó realmente al colmo en la Bolsa de efectos de Nueva York. Con la esperanza de obtener resultados todavía más favorables de la economía, se daban éstos constantemente por descontados y así se originó, finalmente, en la Wallstreet un «boom», que adoptó morbosas características. Sólo hacía falta un pequeño empujón para que se desmoronase aquel castillo de naipes. El 29 de octubre de 1929, el «martes negro», se produjo el suceso hacía tiempo previsto por los perspicaces. El derrumbamiento del rascacielos conmovió al mundo entero. De aquel día data la «crisis de la economía mundial», uno de

los acontecimientos de más graves consecuencias que se han producido en la primera mitad del siglo XX.

Para los economistas, la crisis cíclica constituía un concepto familiar. En una economía libre, la producción se rige por el esperado consumo, y es muy natural que, al incrementarse constantemente el volumen económico — como se da en gran alcance desde el comienzo de la Edad contemporánea y desde la evolución de la técnica moderna —, los esfuerzos tendentes a una expansión sobrevaloran la medida del crecimiento natural, de forma que su proceso evolutivo aboca en la superproducción. Seguidamente se produce la crisis, que paraliza, de momento, la marcha del conjunto de la producción hasta que, a rastras, llega el consumo, recomenzando entonces el ciclo. Por consiguiente, la crisis económica mundial fué, en esencia y en su impulso externo, una auténtica crisis cíclica. Únicamente se diferenciaba de las que hasta entonces se habían producido en cuanto a su volumen y violencia, porque en ella hubieron de afrontarse todos los trastornos derivados de la primera Guerra Mundial: la desigual repartición del oro en el mundo, las ingentes deudas internacionales, la estabilización — parcialmente falsa — de las valutas, el insensato nacionalismo económico de los pueblos; en una palabra, el maridaje de la economía con la política, que tendía a proseguir la guerra con medios económicos, lo cual se puso evidentemente de relieve en las reparaciones alemanas. Todas estas funestas influencias se vieron liberadas al estallar la crisis cíclica. A los que habían pretendido liquidar la guerra más grande de la Historia se les pasaron entonces las consabidas facturas. Fueron los pueblos, naturalmente, los que tuvieron que abonarlas, resultando que de las masas que se debatían ahora en el país vencido, surgieron figuras que, en orden a su ineptitud y maldad, los firmantes de la paz de Versalles hubieran pasado incluso por verdaderos estadistas.

XXX.

EL TERCER REICH

La crisis iniciada en otoño de 1929 por un «crac» financiero en los Estados Unidos se extendió en todo el mundo con la celeridad de una epidemia. En los propios Estados Unidos descendió el índice de producción — fijándolo en 100 para el año 1929 — a 80,3 en 1930, 64,4 en 1931 y 48,4 en 1932, con lo cual se redujo a menos de la mitad de su nivel máximo. En Alemania, las cifras correspondientes fueron de 100, 89,5, 73,4 y 60,8, y, por tanto, algo más favorables, lo que había de atribuirse principalmente al hecho de que la economía alemana, incluso en los días de mayor depresión, pudo seguir exportando un volumen considerable de mercancías. Sin embargo, tanto por motivos materiales como psicológicos, Alemania fué entre los grandes países industriales la que más sufrió los efectos de la crisis. Como peculiar característica de ésta puede considerarse el paro obrero.

Un «ejército industrial de reserva», como lo denominó Marx, existía ya en la época del incipiente capitalismo, pudiéndose dar, sin duda, crédito a que se incrementara grandemente en los tiempos de crisis, aun cuando no pudiera probarse en forma numérica, porque no existía estadística alguna acerca de ello. Lo anteriormente expuesto no cambió en Alemania hasta que en el año 1925 vino a agregarse a los tres ramos existentes del Seguro — el de accidentes, el de enfermedad y el de invalidez — a título de cuarto riesgo, el paro obrero, creándose como exponente del Seguro de paro la «Bolsa de trabajo y subsidio de paro del Reich». Mediante este acto legislativo se logró una clara definición del paro, siendo así accesible a la confección de una estadística perfecta. Como, además, el parado tenía derecho a subsidio, muchos, que nunca habían pensado contraer una relación laboral — siquiera sólo fuese accidentalmente —, se apresuraron a asegurarse este derecho. Por tal razón, el número de parados resultó ser mayor de lo que se hubiera imaginado, buscando un parangón con conceptos anteriores. Cuando la crisis fué agudizándose de mes en mes, el barómetro oficial, o sea la estadística publicada con regularidad acerca de los «beneficiarios principales del subsidio», ejerció un efecto psicológico análogamente

funesto al que produjo, en la época de la galopante inflación, la cotización del dólar, aumentando constantemente el pánico e impulsando a muchos a adoptar precipitadas medidas, que sólo vinieron a empeorar las cosas. La experiencia puso de manifiesto que, a mediados de febrero, se producía normalmente el máximo estacional en cuanto a las cifras de parados. Dicho máximo, que suponía en febrero de 1929 — esto es, antes de estallar la verdadera crisis — unos dos millones, pasó en 1930 a 3,4 millones, y en 1931 a 5 millones, alcanzando en febrero de 1932 su punto culminante con 6,1 millones de beneficiarios.

Dentro de la casa Siemens se sintieron primeramente los efectos de la crisis en el negocio de corriente de alta tensión, con lo cual se confirmó la observación, hecha ya anteriormente, de que las oleadas de la coyuntura en la técnica de telecomunicación poseen, con respecto a la corriente de alta tensión, un defasado de un año aproximadamente. Cuando en la Siemens-Schuckertwerke se hizo la liquidación del Ejercicio 1929/30, se echó de ver que sólo podía repartirse un dividendo del 7 1/2 por 100, mientras que en los dos años anteriores aun se había distribuído el 10 por 100. Al año siguiente — en el 1930/31 —, Siemens-Schuckertwerke no repartió beneficios, y los cálculos del siguiente ofrecieron incluso un cariz tan serio, que sólo recurriendo ampliamente a las reservas declaradas y ocultas, pudo lograrse una nivelación del balance. En conjunto, la Siemens-Schuckertwerke no pudo distribuir beneficio alguno a sus dos socios durante cuatro años consecutivos — desde 1930/31 hasta 1933/34 —, lo que singularmente en la empresa Schuckert causó desagradable impresión, la cual, como auténtica sociedad Holding o de intervención, dependía primeramente de los beneficios de fabricación de la Casa filial. Siemens & Halske, merced a su amplia fabricación propia, se hallaba en condiciones más favorables que Schuckert, pero tuvo que rendir también su tributo a la crisis. Durante tres años, desde 1927/28 hasta 1929/30, había repartido el cuantioso dividendo del 14 por 100. En 1930/31 descendió al 9 por 100, para llegar en los tres años siguientes a sólo un 7 por 100, y ello exclusivamente con el propósito de no dejar descender demasiado la cotización del empréstito milenario. En conjunto, se hallaba paralizado para ambos socios el negocio dentro del país. En las fábricas de electricidad, el consumo de corriente y, con ello, el humor de realizar nuevas adquisiciones, descendía de un mes a otro, los particulares dejaron de comprar, el Servicio de Correos del Reich sólo alcanzaba una fracción de su primitiva demanda y la industria ya no realizó ninguna nueva inversión. Pese al descenso en la totalidad de las operaciones, el porcentaje de las mercancías exportadas fué así cada vez mayor, llegando en el año 1931/32, dentro de la empresa Siemens-Schuckertwerke, a casi un 54 por 100 de la producción total. En Siemens & Halske supuso un 45 por 100. Se hablaba de unas «exportaciones de hambre». Las transacciones totales de la Casa, esto es, las de las dos Empresas con las filiales que les pertenecían totalmente — operaciones que en el ejercicio de 1928/29 todavía habían alcanzado la considerable suma de 850 millones de Reichsmark — descendieron en 1929/30 a 797 millones y fueron, año tras año, contrayéndose cada vez más. Pasando por 631 y 410, alcanzaron en 1932/33 su mínimo, con 329 millones, lo que sólo suponía alrededor del 39 por 100 del máximo obtenido antes de estallar la gran crisis. Incluso para una Empresa de la magnitud y de la sólida cimentación de la casa Siemens, llegó a adquirir la situación paulatinamente un peligroso cariz, ya que nadie podía predecir hasta cuándo proseguiría este estado de cosas.

El único medio de que el barco se mantuviese a flote, consistió en reducir grandemente la cuenta de «Salarios y sueldos», pues ésta es, indiscutiblemente, la mayor de todas las cuentas de gastos. Por consiguiente, se comenzó despidiendo a los obreros. Primero a los jóvenes, a los solteros sin mucha antigüedad en la Empresa. Después también a los de más edad, a los casados. Seguidamente se procedió a la reducción del número de empleados, iniciándose ésta simultáneamente desde la parte superior e inferior de la pirámide de edades. Los más jóvenes fueron despedidos y a los más viejos se les jubiló antes de llegar a la edad reglamentaria. Al realizar las jubilaciones se partió de la consideración de que todavía era mucho más ventajoso prescindir de empleados de cierta edad, asignándoles un retiro suficiente, que mantenerlos en las oficinas y establecimientos, sin aprovechar sus servicios o bien sólo ofreciéndoles trabajos ocasionales. Además, se implantó la jornada reducida, acortando correspondientemente los ingresos de los productores. Para Carlos Federico v. Siemens y para sus colaboradores fueron estos años, como más tarde solía hacer constar, sumamente difíciles. La elección de las víctimas que habían de lanzarse al desierto, constituía tal vez la misión más penosa que se le puede confiar a un jefe. Por mucho cuidado que se pusiese en ello — y aun dejándose llevar grandemente, en este selección, de consideraciones de índole social — no podía evitarse en ellos un deje de amargura.

Por ser más fáciles de reemplazar, fueron, como es lógico, más intensamente diezmados los obreros que los empleados. Entre 1929 y 1932, Siemens-Schuckertwerke redujo en Alemania el número de sus empleados de 16.800 a 10.200 o sea en un 39 por 100. En lo que respecta a los obreros, tal descenso supuso de 38.900 a 18.600, lo cual venía a representar un 52 por 100. De esta manera, la proporción entre obreros y empleados

pasó de 1:2,3 a 1:1,8. Por otra parte, Siemens & Halske disminuyó su personal en Alemania, dentro del mismo período y en lo que a los empleados se refiere, de 10.830 a 7.260 o sea un 33 por 100 y, en lo que afecta a los obreros, de 25.580 a 12.590, lo que viene a representar un 51 por 100. Así, pues, la proporción entre obreros y empleados se contrajo de 1:2,4 a 1:1,7. El personal de la Empresa, agrupando al del país y al del extranjero, disminuyó, en conjunto, entre el 30 de septiembre de 1929 y el 30 de septiembre de 1932, de 137.000 a 75.000 personas, lo que suponía una reducción al 55 por 100 aproximadamente, comparado con una disminución de las transacciones al 39 por 100.

No se tuvieron por doquier en la economía alemana los mismos escrúpulos que en la casa Siemens con respecto a la triste misión de despedir a colaboradores, de momento superfluos. En algunos puntos e invocando la crisis — que tal vez haya tenido, en los mismos, caracteres más graves — se actuó con bastante desconsideración. Junto a los que habían sido despedidos, se hallaban los jóvenes procedentes de las escuelas primarias, las de enseñanza media y superior. Sin esperanza alguna, permanecían ante las infranqueables puertas de la profesión que habían elegido.

En mayo de 1931 cerró sus ventanillas el «Österreichische Kreditanstalt», evitándose su total desmoronamiento sólo merced a la intervención del Banco de Inglaterra, y dos meses más tarde dió muestras de agotamiento el «Darmstädter und Nationalbank», en vista de lo cual, el sistema crediticio alemán, que hasta entonces se había estado manteniendo siquiera penosamente, amenazó con derrumbarse por completo. Como contramedida dispuso el Gobierno una moratoria en el interior y en el extranjero. Mientras que la del interior pudo volver a atenuarse pronto, la moratoria extranjera se transformó, merced a negociaciones entabladas con los grupos de acreedores, en un convenio de prórroga y, como consecuencia de ello, se implantó la economía dirigida en lo referente al régimen de divisas. Con ello había dejado de existir el Reichsmark como moneda autónoma y utilizable en todas partes. Se había convertido en una moneda interna y había ocurrido, precisamente, lo que quiso evitar el plan Dawes, ya inexistente. Otra consecuencia de ello fué que el milenario empréstito en dólares de Siemens & Halske no pudo ya atenderse con entera libertad al año de su conclusión. Toda interdependencia internacional, por muy bien forjada que haya sido por los hombres de negocios, queda sin validez cuando al Estado le da por hacer manipulaciones monetarias.

C. F. v. Siemens consideró humillante la situación así creada. Era sensible en cosas de dinero, y en el papel de deudor todavía más que en el

de acreedor. Por esta razón, no se dió punto de reposo hasta que la casa Siemens — como único deudor alemán del empréstito — obtuvo del Reichsbank la autorización para hacer una oferta de conversión sobre el empréstito al 6½ por 100 de 1926 y sobre el milenario de 1930. Después de esta oferta, el deudor se declaró dispuesto a abonar la mitad de los intereses para el empréstito de 1926 y el 4½ por 100 de intereses para el milenario, bajo la condición de que con ello quedase amortizado el derecho a la percepción de intereses. Los intereses ofrecidos se pagaron en dólares procedentes de ingresos propios, a cuya transferencia había dado el Reichsbank su conformidad. La mayor parte de los acreedores del empréstito aceptaron esta oferta, y, hasta que estalló la segunda Guerra Mundial, siguieron percibiendo sus intereses sin interrupción. Así, pues, obtuvieron sólo aproximadamente la mitad de lo que se les había prometido al concertar el empréstito, pero, al menos, se les dieron dólares libres, al paso que los acreedores de los otros empréstitos alemanes recibieron sólo marcos bloqueados, los cuales no podían servirles de gran provecho.

Al incrementarse la crisis económica, entró al mismo tiempo en su fase aguda la crisis política, que hasta entonces se había deslizado de un modo furtivo en Alemania. Bien es verdad que no había sido provocada exclusivamente por los apuros de orden económico, pero se vió considerablemente agudizada como consecuencia de ello. A fines de enero de 1933, el presidente del Reich hubo, finalmente, de confiar a Hitler la función de Canciller del Reich y, en virtud de la ley de plenos poderes de 24 de marzo de 1933, se decidió la lucha política en Alemania en favor de la autocracia del partido nacionalsocialista, entregándose el Reich al poder de decisión, prácticamente ilimitado, de un solo individuo, solución de derecho político que hubiera sido enteramente inimaginable para la generación precedente.

Cuando doce años más tarde — una vez que Alemania y el resto del mundo habían reunido experiencias con esta forma estatal y con sus representantes — hubo de juzgarse a todos aquellos que incurrieron en culpabilidad por su advenimiento, también se llevó a la Industria al banquillo de los acusados por haber ayudado con grandes sumas a Hitler y a su Partido en la «época de lucha», es decir, en aquellos dos años y medio que mediaron entre 1930 y 1933. Enfocado en esta forma, la inculpación es injusta, prescindiendo de que al dinero se le atribuía una importancia que no puede tener en absoluto con respecto a tales movimientos de masas. Si con unos cuantos centenares de miles o incluso millones de marcos pudiera cambiarse la fisonomía política de un país, el aspecto de Alemania habría sido entonces probablemente distinto des-

pués de la primera Guerra Mundial. Constituye una burda e inadmisible generalización, rayana en un falseamiento de la verdad histórica, que los múltiples influjos y acaecimientos, los cuales, en parte, se remontan a bastante tiempo atrás y en los que, en el fondo, habían tomado parte todos los partidos, orientaciones, clases, estamentos, profesiones y grupos de Alemania — sin olvidar al extranjero — cualquiera que haya sido su forma, si bien en distintos matices, se pretenda atribuirlos, de modo principal, a los donativos en metálico entregados por la Industria. En lo que a éstos respecta, existía en Alemania, al igual que en otros muchos países, la mala costumbre de que los partidos políticos, sobre todo antes de las elecciones, presentasen el talego del mendigo al mayor número posible de donantes, pero sobre todo a la Industria. A todos ellos se les daba algo, « para que, por fin, le dejasen a uno tranquilo », como dijo gráficamente un industrial, durante uno de los procesos de Nuremberg. En el transcurso del tiempo se había implantado el hábito de que estos donativos se escalonasen aproximadamente de acuerdo con el número de actas alcanzadas por los partidos, entregándose también a aquellos grupos políticos, de los cuales, en realidad, hubiera debido esperarse que no aceptasen nada de la Industria. Pero sí lo aceptaban. El que, además, este o aquel industrial — aunque nadie de la casa Siemens incurriera en ello — haya hecho, de su propio peculio, donativos especiales a los nacionalsocialistas, no viene más que a poner de manifiesto su miopía política, pero no ha podido ejercer influencia apreciable alguna en la marcha general de los acontecimientos.

Bien es verdad que más tarde, cuando el Nacionalsocialismo consolidó sus posiciones, la Industria, en conjunto, « donó voluntariamente » sumas de importancia. En cuanto Hitler pasó a ser Canciller del Reich, un enjambre de postulantes de toda índole, provistos de listas y de huchas, se lanzó sobre las Empresas industriales, sangrándoles el bolsillo con destino a las más diversas necesidades del Partido, para lo cual se recurrió, en parte, a métodos que no diferían mucho de los empleados por los chantajistas. Con el fin de dar una especie de reglamentación jurídica a esta insostenible situación, se acordó crear el « Donativo Adolfo Hitler de la Economía alemana », una Caja neutra, que percibía aportaciones de todas las Empresas adheridas, calculándolas con arreglo a un baremo fijo y entregándolas luego al Partido. Todo ello constituía una especie de contribución industrial extraordinaria, que a la casa Siemens le costaba varios millones anuales.

Después de 36 años de actividades en la empresa Siemens & Halske, Franke declinó su cargo de presidente de la Junta Directiva para entrar — como, entretanto, venía siendo costumbre con las personas que

habían contraído especiales merecimientos — en el Consejo de los « viejos estadistas ». Que v. Buol ocupara su puesto, como correspondía ya, desde hacía mucho tiempo, a los propósitos de Carlos Federico v. Siemens, lo consideraron completamente lógico todos los de la Casa. Bien es verdad que no se había presentado ninguna otra candidatura. El sucesor de v. Buol en la Dirección de la factoría Wernerwerk M fué Ricardo Schwenn, que hasta entonces había estado con éxito al frente de la Sección de instrumentos de medida y, de esta manera, se hallaba familiarizado con la nueva tarea que se le encomendaba. Dentro de la casa Siemens se había formado paulatinamente en las categorías superiores de la jerarquía un orden natural de sucesión, y puede considerarse, en el fondo, como un signo que caracteriza a una Empresa, sana y de raigambre, el que para cada persona importante vaya surgiendo ya en vida el sucesor que ha de ocupar su puesto.

Por consiguiente, la Dirección de la Empresa se encontraba ahora ante la tarea de ponerse al habla con los nuevos Poderes que en Alemania se habían hecho con la hegemonía, pues no cabía duda de que, en el presente caso, no podía, como antes, ponerse la política indiferentemente en manos de los políticos, para dedicarse entonces a los propios negocios. Estas gentes exigían una total adhesión, y el naciente Estado totalitario intervenía, sin miramiento alguno, en todos los sectores de la vida, pero preponderantemente en el de la economía, la cual pensaba someterla por entero a su albedrío.

Visto en conjunto, existía una opinión bastante uniforme acerca del nuevo régimen entre los elementos directivos de la casa Siemens, si bien los criterios diferían individualmente algo, según el carácter y el temperamento de cada uno. Lo que los nacionalsocialistas habían dado a conocer, en la denominada época de lucha, como objetivos en materia económica — ciertamente, lo que más interesaba —, como por ejemplo, la moción presentada por la fracción del Reichstag sobre la « confiscación de los príncipes de la Banca y de la Bolsa », era, en el fondo, tan pueril, que no requería comentario alguno. La predicada autarquía, unida a los ataques dirigidos contra la « industria internacional de exportación », había provocado enconadas réplicas por parte de una Casa, cuya producción se destinaba, en su tercera parte, al extranjero, y la agitación contra las grandes Empresas, llevada a cabo, en el seno del Partido, por la influyente ala de la pequeña Industria, no era precisamente lo más adecuado para despertar simpatías en la casa Siemens. El antisemitismo de Hitler y de su Partido le crispaba los nervios a Carlos Federico v. Siemens, pues no sólo tenía en su propia Casa a una serie de estimados colaboradores de origen hebreo, — de entre ellos ya se ha mencionado a

Rüdenberg y Laufer, los cuales descollaban por su talento —, sino que también entre sus amigos de negocios y de otra índole había una serie de judíos, con los que mantenía relaciones tan amistosas como con los demás. Estaba enteramente exento de cualquier prejuicio racial. Como negociante de gran estilo y de amplios horizontes, tampoco tenía comprensión alguna por el restringido nacionalismo de Hitler, repugnándole las afrentas y la difamación contra los adversarios políticos, lo cual era el pan cotidiano del demagogo. Al igual que él — y tal vez no les era enteramente ajena la influencia de su resuelta actitud — pensaba la mayor parte de los miembros de las Juntas Directivas. Sin embargo, la mayoría de estas personas cometió el error, compartido en un principio por casi todos los alemanes que rechazaban el Nacionalsocialismo, de que no lo tomaron bastante en serio. Estamos conformes en que los jefes del Partido daban necesariamente la impresión de que se pensase que un pueblo, de la gran tradición cultural del alemán, no soportaría durante mucho tiempo este predominio, y conformes, además, en que para los entendidos en Economía era evidente la hipótesis de que este sistema se desmoronaría financieramente en brevísimo plazo, tal vez al cabo de medio año. Así creyeron poder esperar a que se produjese este fin natural. Pero ambas hipótesis resultaron fallidas.

De los métodos practicados por el Gobierno nacionalsocialista sufrió ya Siemens las consecuencias a principios del verano de 1933, cuando se produjo la campaña antijudía. En las asociaciones y círculos técnicos, tanto de grande como de pequeña monta — de algunos ya se hizo anteriormente mención — fueron substituídas por miembros del Partido las Juntas Directivas que regían hasta entonces, recurriendo para ello a una especie de revuelta palaciega. A esto le llamaban « coordinar ». Al mismo tiempo se concedieron amplios poderes (« Führerprinzip ») a las nuevas Juntas Directivas, en contradicción con los Estatutos que venían rigiendo hasta entonces. Ahora bien; las reuniones y asambleas de estas asociaciones y las revistas publicadas por ellas constituían una importante plataforma, sobre la que se desarrollaba la vida técnica y científica. El acceso a esta plataforma se les prohibió, por de pronto, a los judíos, y algo más tarde se les excluyó de todas las asociaciones. Paralelamente al hecho de separárseles seguidamente de los cargos de funcionarios del Estado y de las corporaciones públicas, siguió el que se les hiciese imposible el ejercicio de la Medicina y de la abogacía, eliminándolos de sus actividades en la Prensa, « radio », teatro, así como de la vida musical. En tales circunstancias, muchos de ellos tomaron oportunamente la decisión de emigrar. Cuanto más pronto dieron este paso, tanto más acertados estuvieron. Con cada trimestre de espera se limitaba para ellos la posibilidad de llevar

consigo siquiera una parte de su fortuna. La situación se hizo singularmente grave para los judíos, después de que las leyes de Nuremberg definieron el concepto — hasta entonces vago — de judío, con lo cual los afectados por dicha disposición se vieron desposeídos de todos sus derechos civiles. Ésta fué la razón de que también en la casa Siemens se iniciase muy pronto el éxodo.

En la Empresa, los emigrantes tenían la ventaja, respecto de muchos de sus compañeros de infortunio, de que la vasta organización de la Casa les viniera a favorecer en sus designios. A varios de ellos les proporcionó Carlos Federico v. Siemens, merced a sus relaciones personales, nuevas colocaciones en el extranjero. Otros atravesaron las fronteras, pretextando « viajes en comisión de servicio », con lo cual podían otear nuevos horizontes, mientras que hubo quienes fueron recomendados a las respectivas representaciones extranjeras de la Casa, las cuales les procuraron nuevos empleos. Pero como los judíos que ejercían sus actividades en la industria privada, en tanto no trascendiesen de algún modo a la luz pública, fueron molestados relativamente poco durante los primeros años del Tercer Reich, creyeron algunos que la tormenta sería un fenómeno transitorio y que podrían esperar en Alemania la marcha de los acontecimientos. En este error incurrieron principalmente los que habían contraído matrimonios mixtos. En el caso de que tales matrimonios hubieran tenido descendencia, creían hallarse « amparados » por ello.

Sin embargo, la presión del Partido sobre la Dirección de la Empresa se fué advirtiendo, entretanto, cada vez con mayor intensidad, en el sentido de que se prescindiera de los últimos productores judíos que aun ejercían sus actividades, y como después de la invasión de Austria, tanto en Viena como en los demás puntos del país se llevó a cabo el inmediato despido, sin derecho a retiro, de todos los judíos de las Empresas, y como se enterara confidencialmente la casa Siemens de Berlín de la inminencia de tales disposiciones, incluso para aplicarlas el antiguo Reich, se comenzó en el verano de 1938 a jubilar a los empleados judíos que todavía quedaban en la Empresa, con el fin de asegurarles, al menos, una pensión. A un apoderado que ejercía sus actividades en la Siemens-Bauunion, y a quien hubo que despedir por este motivo, le dijo Carlos Federico v. Siemens al dejar aquél de pertenecer a la Empresa: « Me duele tener que despedir, sólo por razón de su estirpe, a colaboradores que, durante muchos años, han servido lealmente a mi Casa. Cierto que soy patrono de más de 100.000 hombres, pero Alemania está hoy gobernada por una horda de aventureros políticos que no me conceden el derecho de tomar decisiones en mi propia Casa, siguiendo los dictados de mi propia voluntad. Las cosas han llegado a tal punto, que si, por ayudar a unos cuantos,

adoptase una actitud oposicionista, arriesgaría con ello la existencia de la casa Siemens».

Ya a principios de mayo de 1933, todos los locales de los sindicatos existentes en Alemania fueron ocupados violentamente por los nacionalsocialistas, se ahuyentó o se detuvo a los funcionarios y se confiscaron los bienes de los referidos sindicatos, pasando aquéllos a poder del Estado. Éste hizo entrega de dichos bienes al recién constituído «Frente Alemán del Trabajo», la organización unitaria de todos los productores, a la que habían de adherirse todos aquellos que estuvieran ocupados en la Industria, si no querían que se les calificase de «hallarse al margen de la comunidad del pueblo», exponiéndose así a las consecuencias que ello acarreaba. El Frente del Trabajo se organizó por regiones, a ejemplo del Partido. A la cabeza del mismo figuraba el «Reichsorganisationsleiter» Roberto Ley, uno de aquellos elementos que, no obstante su muy discutible modo de vida, habían sabido crearse una especie de potencia propia y privativa, valiéndose de la tarea que le había sido encomendada. Merced al gigantesco conjunto económico y de organización del Frente del Trabajo, disponía aquél de un poderío como jamás funcionario alemán tuvo en época alguna. En otro tiempo, ningún ministro se hubiera permitido ni siquiera una mínima fracción de las intromisiones en las Empresas y en la vida económica que por aquel entonces cometía a diario el Frente del Trabajo.

No es de suponer que cualquiera de los elementos directivos, y mucho menos Ley, haya tenido, de antemano, una clara idea de las tareas inherentes al Frente del Trabajo. Tal vez unas hayan dado lugar a las otras en cada caso específico. Considerado en conjunto, sus actividades se desarrollaban en dos campos: uno era el del «alemán que trabaja», al que había de educársele en lo político y adiestrársele en su profesión, manteniendo, además, su buen humor durante las horas de asueto; el otro era el del empresario, que había de ser imbuído del verdadero credo político, instruyéndosele en el terreno políticosocial y, por lo demás, ejerciendo sobre él una severa fiscalización.

En la casa Siemens se habían iniciado ya las medidas que posteriormente se agruparon bajo el nombre colectivo de «prestaciones sociales voluntarias». Ya se ha hecho referencia a estos comienzos, que en el año 1872 culminaron con la fusión de la «Caja de pensiones de ancianidad e invalidez». Aun cuando el hilo, así trenzado, aguantó sin romperse, esta evolución no se llevó, en un principio, tan rápidamente a efecto, dentro del peculiar clima berlinés, como en otros puntos del Oeste industrial, lo cual se puso especialmente de manifiesto en la política de construcción de viviendas de las grandes factorías allí establecidas. Además,

a los sindicatos libres no siempre les agradaba esta actuación social de los empresarios. Solían barruntar en ello trabas con que el obrero se viese aherrojado a la Empresa en detrimento de su libertad y hablaban despectivamente del benéfico deporte de las señoras adineradas y de las moneditas dedicadas a asistencia social, en lugar de pagar mejores salarios. Estas opiniones no variaron hasta después de la guerra, cuando surgió el concepto de Empresa, hasta entonces desconocido en la economía alemana. Cuando la gente decía «nuestra Empresa», ya no era indiferente qué ventajas iban ligadas a esta «nuestra» Empresa. Contra tal ambiente arremetió el Nacionalsocialismo, el cual, en contraposición a la vieja burocracia de los sindicatos, poseía un órgano receptor para las vibraciones de las masas, con sus tópicos: «comunidad de empresa», «conciencia de la responsabilidad social», «ética del trabajo».

En la casa Siemens halló aquél todo cuanto pudiera desear de una gran Empresa un político social de altas miras, y ello en bien rara integridad. En el transcurso de los años y de los decenios se había ido poniendo piedra a piedra, hasta erigirse un imponente edificio: cantinas, casinos, economatos, con que se había iniciado un día esta labor, existían ahora en toda Empresa de importancia. La Caja de enfermedad de la Casa iba, con sus prestaciones, más allá del mínimo establecido por la ley. De los obreros y empleados, incapacitados para el trabajo, cuidaban, tras cierto tiempo mínimo de pertenencia a la Empresa, las cajas de pensiones, ampliamente dotadas de medios. Una fundación de previsión social, administrada paritariamente, intervenía en casos extraordinarios de apuro, contándose con un «fondo de reserva» para casos no previstos en los Estatutos de las demás Cajas. Los médicos de la fábrica y las enfermeras de la Empresa tenían a su cargo la adopción de las medidas preventivas de carácter sanitario, y en un gran hospital, así como en un centro antituberculoso se hallaban reservadas aproximadamente la mitad de las camas para el personal de la Casa. Dos sanatorios, uno para obreros y otro para obreras, se hallaban gratuitamente a disposición de los miembros de la Caja de Enfermedad de la Empresa. Asimismo, un hogar infantil, situado — al igual que estos dos últimos — en el mar Báltico, percibía sólo una exigua cuota para cubrir gastos, y otro tanto hacía el hogar de vacaciones para empleados, construído cerca de Harzburg, en el lugar en que se hallaba la residencia a la que se retiró Werner Siemens en su vejez. En Siemensstadt había un hogar para obreros y otro para obreras. Con destino a la juventud, y para todos aquellos que aun se sentían jóvenes, se crearon campos de deportes y de juegos, gimnasios, clubs náuticos y otros establecimientos deportivos. Constituía una cuestión de honor que la Siemensstadt poseyera una de las más grandes

bibliotecas laborales alemanas, cuyos fondos rebasaban los 30.000 tomos y, asimismo, que la Casa editase su propia revista de la Empresa, cuidando de que su contenido alcanzara un nivel de verdadero mérito.

Cuando a poco de crearse el Frente del Trabajo, dos altos funcionarios de esta institución se presentaron en Siemensstadt, diciendo que la misión del Frente del Trabajo consistía en orientar a todas las Empresas de acuerdo con los fines políticosociales perseguidos por el Nacionalsocialismo, se les replicó secamente: «Aquí no hay nada que orientar; a lo sumo, algo que aprender». Así dieron comienzo las hostilidades entre la casa Siemens, en este caso representada por v. Witzleben, y el Frente del Trabajo, hostilidades que persistieron con creciente violencia hasta el desmoronamiento del Nacionalsocialismo.

Ocurría, en realidad, que el Frente del Trabajo, de interesarle realmente con sus medidas un auténtico mejoramiento del grado de efectividad políticosocial de las Empresas, sólo aprender podía en la casa Siemens, pero esto, como era natural, no podía confesarlo explícitamente. Cuando, con gran lujo de frases altisonantes, propalaba cualquier idea aparentemente nueva, relativa a la estructuración social de la Economía nacional, tenía que escuchar comúnmente de la casa Siemens que tal idea ya hacía mucho tiempo que se había puesto en práctica. Las controversias tomaron un cariz especialmente violento, cuando el Frente del Trabajo intervino en toda la obra de educación profesional de la Empresa. «Se han montado y se han desarrollado métodos en las escuelas Siemens durante muchos años de trabajo — gruñían, enojados, los jefes de capacitación, los maestros de las escuelas de taller, los encargados de la labor de aprendizaje y los pedagogos que ejercían la instrucción comercial —, para que ahora vengan esos presuntuosos a sellar todo con la cruz gamada, como si fuera un producto de su *ideología*». También la revista de la fábrica había de ostentar el símbolo de la cruz gamada del Frente del Trabajo, pero la grotesca contienda de guerrillas, que duró un decenio y que estalló tanto por razón de la revista como por su contenido, concluyó en la vorágine del hundimiento general, antes de que el Frente del Trabajo hubiera sido capaz de imponer su voluntad.

Los antagonismos existentes entre el Frente del Trabajo y la casa Siemens se centraron, finalmente, en la cuestión relativa a la participación en los denominados «concursos de rendimiento laboral». Todos los sistemas totalitarios poseen, como es sabido, el rasgo común de que a las personas — que, en su concepto, han de darse por entero al Estado — es preciso estimularlas incesantemente para lograr de ellas su máximo rendimiento. En esto estriba esencialmente la superioridad del Estado totalitario — cuya actitud es siempre agresiva — si se le parangona con los

pueblos pacíficos. Ahora bien; con su látigo puede fustigar tanto al individuo como a grupos enteros, y el Nacionalsocialismo prefería hostigar ante todo a los grupos, esto es, a las Empresas. Todo ello iba principalmente a costa del empresario, que pretendía organizar la Empresa en el sentido de que sus productores se sintieran a gusto y que trabajasen de buen grado. A éstos se les pasó la cuenta más tarde y también al declararse la guerra. Por consiguiente, se establecieron concursos de rendimiento laboral en las Empresas, concediéndose primas anuales. Estas competiciones adquirieron una difusión cada vez mayor. Era asombroso y, al mismo tiempo, regocijante para el observador crítico contemplar con qué rapidez se acomodaban a las circunstancias. En la casa Siemens se adoptó a este respecto un deliberado distanciamiento, y la Dirección de la Empresa consiguió, en efecto — aprovechando hábilmente las discrepancias de criterio sobre cuestiones formales —, mantenerse alejada de tales competiciones, renunciando así a las distinciones donadas por el señor Ley.

No hace falta seguir argumentando que una personalidad como Carlos Federico v. Siemens resultaba incompatible para el Nacionalsocialismo como presidente de la Compañía de Ferrocarriles del Reich. Ya en los años de la crisis económica mundial se había dado cuenta de que era cada vez más difícil y menos grato tener que entenderse con los distintos elementos, los cuales le apremiaban, tanto a él como al Consejo de Administración, en el sentido de que modificase la política de sus negocios. Para él, los Ferrocarriles del Reich eran una Empresa tan buena como la suya propia. Bien es verdad que aquélla — al igual que la casa Siemens — se hallaba, como gran grupo de trabajo, dentro del campo visual del interés público, pero, a pesar de todo, siguió siendo, por ello, una Empresa económica, cuyo supremo postulado anunciaba que había de desenvolverse independientemente. Se trataba de los grandes pedidos a la Industria, relacionados con cosas que no se necesitaban imperiosamente y que sólo respondían a la necesidad de procurar trabajo; de la reducción de tarifas para hacer fructificar la Economía y de la contratación de nuevo personal para combatir el paro: todo ello de un modo simultáneo. Así era, poco más o menos, en la mentalidad de numerosos políticos la tarea encomendada a los Ferrocarriles del Reich.

Cuando tras un nuevo año de crecientes dificultades advino al poder el Nacionalsocialismo, pronto inició su labor diezmando al Consejo de Administración, para lo cual sustituyó, por gentes de su ideología, a los dos representantes de los sindicatos y poco después también a los miembros de origen judío. Entonces presentó, asimismo, la dimisión C. F. v. Siemens. A Pablo Silverberg, uno de los citados colegas judíos,

le escribía en estos términos: «... Mi momento ya ha pasado, y me alegro no haber incurrido en el error — nada infrecuente — de reconocerlo demasiado tarde.»

La transformación de la Compañía de Ferrocarriles del Reich en una Empresa puramente estatal, que su ex presidente tuvo que contemplar con resignación, constituyó sólo el primer paso para efectuar ingerencias aun más amplias del Estado totalitario en la economía privada. Para ello se basó en las fusiones ya existentes, creó consorcios obligatorios, encomendándoles que efectuasen en su ámbito las tareas planteadas por el Estado.

Si se dibujaba este conjunto — o sea la organización de la economía industrial, integrada por los grupos del Reich, grupos principales, grupos económicos, grupos y subgrupos especializados —, representándolo en forma de rectángulos de distinto tamaño con trazos de unión y haciendo que todo ello formase una figura, de cuyo extremo partían ramificaciones cada vez más amplias y más sutiles, muchos escépticos se mostraban inclinados a ver en esto algo así como un juego de ociosos fanáticos por cuestiones de organización, a lo cual no había por qué concederle mucha importancia. Sin embargo, se cometió con ello nuevamente el error de no tomar suficientemente en serio al Nacionalsocialismo, pues los cuadrados del esquema de montaje eran auténticas centrales distribuidoras y los trazos de unión los constituían verdaderas líneas. Cuando en el punto supremo de mando se marcaba con el disco un número de varias cifras, en todas las fábricas alemanas de paños se mezclaba a la tela destinada a trajes un 35 por 100 de lana celulósica. Si se marcaba otra serie de cifras, los organismos ejecutivos de los respectivos grupos y subgrupos técnicos comenzaban a economizar cobre en todos los trabajos, instruyendo un nuevo mando de la centralita a todos los consumidores de hierro con qué cupos de este metal podían contar para el trimestre siguiente. Era la economía planificada que había funcionado mejor hasta entonces. El hecho de que el organismo se denominara «Administración autónoma de la Economía alemana», ponía de manifiesto que el Nacionalsocialismo no carecía enteramente — como venía afirmándose siempre — del sentido del humor.

De esta manera, el Tercer Reich no había confiscado formalmente a las Empresas, pero las había encadenado desde fuera mediante la red de la organización forzosa y, desde dentro, merced al Frente del Trabajo, y ello en tal forma, que no podía hablarse ya en modo alguno de Empresas independientes. Un procedimiento semejante reune la ventaja de ser más barato que cualquier incautación, la cual no podía hacerse precisamente sin indemnización previa. Lo único consecuente era que el

Estado reclamaba una parte adecuada en los ingresos obtenidos. Con respecto a esta situación, la casa Siemens constituyó en el Tercer Reich un significativo ejemplo, teniendo en cuenta las cifras que se exponen a continuación.

Este examen se ha basado en el año 1934/35, pues se halla entre los años de la depresión y los de la coyuntura de armamentos, por lo cual presenta promedios sanos y equilibrados. Como exponente financiero de la Casa es menester citar, junto a Siemens & Halske, también a la E. A. G. vorm. Schuckert & Co. Schuckert participaba a medias en la Siemens-Schuckertwerke, de forma que la mitad del rendimiento de esta Empresa figuraba en el dividendo Schuckert. Por consiguiente, hay que efectuar el cálculo (y así se hizo realmente algunos años más tarde) como si hubiese existido una sola Empresa con un capital social, en conjunto, de 153,5 millones de Reichsmark y una deuda total, en concepto de empréstito, de 159,8 millones, que repartiera, de acuerdo con los balances, 10,1 millones en concepto de dividendo y que tuviese que pagar 6,7 millones de intereses a título de empréstito.

Las transacciones, el «producto social», esto es, el dinero que, como contravalor, afluía para su producción a las Cajas de la Sociedad, suponían 550 millones, en números redondos. En este caso se equiparan, pues, las transacciones y la totalidad de los ingresos, lo cual no es enteramente exacto, toda vez que la Sociedad tiene también otros ingresos aparte de los de la producción, por ejemplo, los que proceden de cualquier operación financiera. Sin embargo, en contraposición a la época anteriormente mencionada de los «negocios fundacionales», quedan hoy éstos a la zaga, por su orden de magnitud, respecto de los provenientes de la producción, que pueden despreciarse sin mayor inconveniente en el presente estudio.

El producto social se divide del modo siguiente:

1. Materias primas y auxiliares, amortizaciones, provisiones y gastos	217,4	millones	39,5	por 100
2. Sueldos y salarios	250,0	»	45,5	» »
3. Obligaciones sociales, legales y voluntarias	31,8	»	5,8	» »
4. Dividendos	10,1	»	1,8	» »
5. Intereses en concepto de empréstitos	6,7	»	1,2	» »
6. Impuestos	34,0	»	6,2	» »
	550,0	millones	100,0	por 100

Por consiguiente, mientras los colaboradores, incluyendo las obligaciones sociales a su favor, percibían un 51,3 por 100 del producto social, les correspondían a los accionistas 1,8 por 100 y a los obligacionistas 1,2 por 100, representando, en conjunto, la parte del «capital» un 3 por 100. Si los dividendos de 10,1 millones se hubiesen repartido entre los colaboradores, proporcionalmente a los ingresos de éstos, cada uno habría obtenido un aumento del 4 por 100 en su salario.

Pero el Estado se quedaba con un 6,2 por 100 del producto social únicamente en concepto de impuestos directos y, además, percibía, ya de la propia Caja de la Sociedad, un 10 por 100 del «salario», lo que suponía 25 millones. Juntamente con los demás impuestos, estos tributos estatales representaban 59 millones. Así, pues, el Estado participaba en la Empresa como socio capitalista invisible con un dividendo de alrededor de un 38 1/2 por 100 del capital social. Para formarse una idea cabal de todo ello, es preciso agregar que el impuesto de corporaciones ascendía aún, en el año en cuestión, al 30 por 100 de los ingresos, pero, al año siguiente, se elevó al 40 por 100. De estos ingresos anuales, que se cifraban en 60 millones, el Estado no hacía directamente nada en beneficio de la Empresa o de su personal. Sus seguros sociales — por ejemplo, en los cuatro Ramos — tenían que arbitrarlos exclusivamente el empresario, así como los obreros y empleados. Las 2/5 partes del capital social, que el leviatán absorbiera durante un año del organismo de la Empresa, las consumió, en realidad, para sí.

De esta manera, el período de dominación nacionalsocialista ha significado una esencial aportación a la expansión del pensamiento colectivista en Alemania, al poner de manifiesto que muchas cosas que con anterioridad a ello se consideraban irrealizables, son factibles en una rígida economía planificada y de mando, pero también al servir de advertencia, a las personas perspicaces, de lo íntimamente que tal tipo de economía va ligado a la falta de libertad política. Y lo malo de ello es que estos desenvolvimientos sólo muy difícilmente logran invalidarse cambiando la forma de Gobierno, porque el águila heráldica trata de retener lo que ha logrado apresar entre sus garras. Podrá arrancársele la cruz gamada, pero a los impuestos no renuncia.

XXXI.

EL REARME

Ya en el año 1931, al producirse la aguda crisis financiera alemana, se había dejado en suspenso la libre convertibilidad del Reichsmark, pero el Gobierno de entonces consideró esta manera de proceder, al igual que la moratoria con los acreedores extranjeros, únicamente como medida de urgencia, que debería suprimirse paulatinamente, tan pronto como ello fuese viable, al amainar la crisis. Éste era, al fin y al cabo, el sentido que informaba su política deflacionista, tan hostilizada por cierto. Sin embargo, en la política económica del Tercer Reich no sólo resultó enteramente imposible este retorno a los usos monetarios normales, sino que fué menester implantar gradualmente la economía dirigida totalitaria en materia de divisas, en una forma que el mundo no había conocido hasta entonces.

Quien tenga en cuenta el esmero con que la casa Siemens redactaba las Memorias anuales, cómo cada frase, incluso cada palabra, constituía el resultado de detenidas reflexiones y quien, además, piense con qué desconfianza se leían por los círculos gubernamentales tales divulgaciones públicas de las grandes Empresas, considerará como muy significativas las siguientes frases procedentes de la Memoria relativa al Ejercicio 1934—1935:

«Nuestro empréstito en dólares de 1925, al 7 por 100, negociado a la sazón conjuntamente con la Siemens-Schuckertwerke A. G., venció el 1.° de enero de 1935. Por desgracia, resultaron inútiles nuestros esfuerzos, realizados con la debida antelación, para lograr de las autoridades competentes la autorización de reembolsar puntualmente este empréstito con divisas propias. Hemos tenido que cumplir el postulado de que, incluso las divisas resultantes de nuestras exportaciones, se cedan, en primer término, al conjunto de nuestra economía. Por consiguiente, sólo hemos podido ofrecer a nuestros acreedores extranjeros, aparte de una prórroga, un reembolso en marcos bloqueados, mientras que a los acreedores nacionales de los títulos vencidos del empréstito, les hemos propuesto un canje en obligaciones en Reichsmark al 4 1/2 por 100. Sin embargo, de estas posibilidades sólo se ha hecho un uso muy exiguo por parte de nues-

tros acreedores extranjeros. Así, pues, hemos incurrido en demora con respecto al cumplimiento de nuestros compromisos contractuales. No obstante, el mantenimiento y el ulterior desarrollo de nuestras operaciones con el extranjero dependen, en gran modo, de la más estricta escrupulosidad y del esmero en cuanto al fomento de nuestro crédito en el exterior. Haremos todo cuanto esté a nuestro alcance para poder atender lo más rápidamente posible nuestras obligaciones vencidas».

Los anunciados esfuerzos tuvieron, finalmente, cierto éxito, toda vez que los efectos de la coyuntura del rearme se acusaron en una mayor liquidez de la Empresa. En el transcurso del año siguiente se logró rescatar, en proporción cada vez mayor, los empréstitos pendientes, y, de modo especial, pudo readquirirse en 1941, poco antes de que los Estados Unidos entraran en la guerra, la mayor parte del empréstito milenario a un precio que correspondía al tipo de emisión. A finales de la segunda Guerra Mundial eran, por consiguiente, insignificantes las deudas de la Empresa en concepto de empréstitos norteamericanos.

En la evolución técnica de aquellos años que siguieron inmediatamente a la crisis económica mundial, había una serie de sectores que, independientemente de las sugestiones externas, experimentaron un nuevo y poderoso auge. Era como si en el ambiente encalmado se hubiese sembrado una cantidad de semillas, que germinaban ahora con vigor tras una cálida lluvia, buscando ansiosamente la luz. A ello correspondía también el ulterior perfeccionamiento de los rectificadores de vapor de mercurio, tratados en el capítulo XXV.

Cuando Cooper Hewitt realizó la tentativa — siguiendo el ejemplo de la válvula electrónica de alto vacío — de rodear también con una rejilla el ánodo del objeto de su invención, no tardó en convencerse de que no era viable influir, como en la válvula electrónica, sobre la intensidad de la corriente anódica mediante la tensión aplicada a la rejilla. Bien es verdad que una tensión negativa de determinado valor, que se hace llegar a la rejilla situada alrededor del ánodo «frío», es decir, sin conducir arco voltaico alguno, evita, por de pronto, la formación de este último. Es menester reducir suficientemente esta tensión hasta que se inicie la descarga, es decir, que se «encienda». Pero una vez ocurrido esto, no servirá de nada volver a aumentar la tensión de rejilla hasta el valor original de bloqueo. Una vez abierta la puerta, no hay manera de cerrarla en contra de la corriente. El arco se interrumpe de nuevo cuando desaparece la tensión entre el ánodo y el cátodo, lo cual, como ya es sabido, ocurre en cada cambio del sentido de la corriente, pudiendo blocarse arbitrariamente su restablecimiento. En este aspecto cabe hablar, por tanto, de tensiones de bloqueo y de encendido.

Ahora bien; en el rectificador trifásico salta, por ejemplo, el arco voltaico — uno de cuyos extremos se halla firmemente unido a la fuente de electrones del cátodo, mientras que su otro extremo sigue el ritmo del cambio de sentido de la corriente — de uno de los tres ánodos a otro. Busca constantemente el ánodo de la máxima tensión y cambia siempre cuando la tensión de uno de ellos ha disminuído hasta tal punto, que la tensión ascendente del que le sigue en magnitud supera a la del primero. Sin embargo, si se bloquea el ánodo mediante una rejilla de mando colocada en torno a aquél, se obliga al arco voltaico a detenerse momentáneamente (trátase de milésimas de segundo) en el ánodo anterior, para experimentar la ulterior disminución de la tensión, hasta que, al aplicar la tensión de encendido a la rejilla de mando, se permita el paso al ánodo siguiente. De esta manera se reduce la tensión media de la corriente continua, así creada. Variando arbitrariamente el punto de encendido mediante dispositivos apropiados, la corriente continua producida es susceptible de poder regularse. Hasta entonces, el rectificador sólo podía suministrar una corriente continua de tensión fija. Ahora sí que el rectificador suponía un verdadero sustitutivo de la máquina de corriente continua. Al igual que ésta, podía utilizársela en montaje Leonard para accionamientos con número variable de revoluciones.

Además, unos montajes especiales permitían el funcionamiento en sentido opuesto, esto es, transformar una corriente continua en alterna o trifásica (ondulador) y, finalmente, también convertir la corriente trifásica de la frecuencia usual de 50 períodos en alterna de otra frecuencia, como, por ejemplo, de la utilizada en los ferrocarriles, que es de $16^2/_3$ períodos (conversor). Hacia el año 1930, las más destacadas Empresas electrotécnicas de Alemania y de los Estados Unidos comenzaron a explotar estos conocimientos mediante aparatos de modelo apropiado. Los «rectificadores de corriente», como se denominaban resumidamente las diversas posibilidades brindadas, pasaron a ser un nuevo e importante campo de actividad de la electrotecnia.

Con el mando de rejilla, el primitivo rectificador de vapor de mercurio, llamado entonces rectificador de corriente, había hallado el nexo con una evolución, que casi simultáneamente había seguido su curso como «válvula electrónica». Algún atento observador de esta serie de circunstancias creyó que había llegado el momento de renunciar nuevamente — en favor de una consideración unitaria de los problemas electrotécnicos — a la separación entre la «corriente de alta tensión» y la «corriente de baja tensión», separación iniciada unas seis décadas antes con el descubrimiento del principio dínamoeléctrico. Por lo menos, era ello aplicable a la evolución de todas aquellas cuestiones referentes a los

fenómenos que se producen al atravesar la corriente zonas gaseosas. Si se trataba a este respecto de zonas al vacío máximo, en las cuales únicamente formaban la trayectoria de la corriente los electrones desprendidos de un cátodo incandescente o bien de aquellas otras, ocupadas por cualquier otro gas de escasa presión, y cuyos iones eran incorporados al transporte de la corriente; si se amplificaban potencias de fracciones de milivatio o se transformaban potencias de miles de kilovatios; si eran pequeños tubos de vidrio o grandes recipientes de acero los que envolvían a la trayectoria de descarga: en el fondo, todos estos fenómenos respondían a las mismas leyes de conducción de la corriente a través de gases, leyes cuya investigación ulterior aun presuponía mucho trabajo. Carlos Federico v. Siemens se hallaba en aquella época especialmente imbuído por la idea de que los miembros, cada vez más divergentes por efecto de la creciente especialización, debían retornar en cada ocasión propicia a los fundamentos comunes. Por esta causa, aprobó la idea — a él expuesta en 1933 — de reunir a todos los grupos, que se ocupaban con estos temas dentro de la Empresa, en una «fábrica de válvulas Siemens». El nuevo establecimiento no requería numerosas construcciones de nueva planta, ya que podía instalarse en los locales que, en un principio, se habían creado para la fábrica de automóviles y que, posteriormente, los utilizó la de dínamos.

Al aumentar las tensiones usadas en el transporte de la corriente eléctrica, se habían acrecentado, asimismo, los peligros para los componentes que intervenían en dicha transmisión de la energía. Podían deberse, de una parte, al hecho de que las repentinas variaciones de la corriente en un circuito de alta tensión — sobre todo, al efectuar maniobras de distribución — llevan anejas la aparición de tensiones adicionales, de muy rápida elevación. Por otra parte, también podían estar motivadas por las descargas atmosféricas que en las líneas de gran longitud, suspendidas de altos postes, eran de una magnitud muy distinta que en los albores de la transmisión de la energía eléctrica. De esta forma surgió, poco después de la guerra, el deseo de imitar estas cargas intermitentes, con el fin de probar con ellas las piezas amenazadas, tales como aisladores de cadena y de otra índole, y arrollamientos de transformadores.

Erwin Marx, por aquel entonces ingeniero de la empresa Hermsdorf-Schomburg Isolatoren G.m.b.H., había concebido y patentado en 1924 un procedimiento que aprovechaba, en relación con el fin ideado, la capacidad de almacenamiento del condensador para cargas eléctricas. Valiéndose de una fuente de corriente continua, cargaba una serie de condensadores conectados en paralelo. Una vez conseguida la tensión de carga — en lo cual, según la magnitud de las resistencias intercaladas,

sólo se tarden fracciones de segundo —, se formaba el arco en los saltos de chispa exactamente ajustados, conectándose con ello en serie los condensadores y sumándose sus tensiones. De esta suerte pueden obtenerse tensiones, de breve duración, de varios millones de voltios. Además, es considerable la intensidad de la corriente de descarga de un condensador en las primeras milésimas de segundo del proceso. Toda la energía almacenada en el condensador se descarga con un violento golpe de muy breve duración («prueba de golpe de corriente»).

Como consecuencia de sus grandes ventajas con respecto a los procedimientos de ensayo utilizados hasta entonces, por los cuales se elevaba simplemente la corriente alterna usual hasta la «tensión de perforación», arraigó rápidamente la «prueba de golpe de corriente» para ensayar aisladores, aparatos de distribución y transformadores, contribuyendo considerablemente a aumentar la seguridad de funcionamiento de los accesorios eléctricos. Sin embargo, requería la utilización de un respetable número de dispositivos, lo cual se puso claramente de manifiesto cuando la Siemens-Schuckertwerke se decidió en el año 1933 a construir, en los terrenos de su fábrica de transformadores de Nuremberg, una instalación para pruebas por golpe de corriente con tres millones de voltios y 42 kilovatios-segundo. El «generador de pruebas» se hallaba montado a la intemperie, a una altura de 12 metros y encima de seis columnas de porcelana. Desde él se mantenían, a considerable distancia de tierra, los condensadores, las resistencias protectoras y los saltos de chispa. En una gran nave de una casa contigua se encontraba un generador de ensayo, más pequeño, para un millón de voltios, así como salas de observación y de medida, dotadas de abundantes instrumentos. El generador de golpe de corriente — montado a la intemperie, como ya se ha dicho —, se hallaba separado de las inmediaciones por terraplenes de cinco metros de altura, con el fin de blindar — según se decía eufemísticamente en una descripción — las viviendas, situadas más allá, contra «el ruido producido por las pruebas». Este «ruido» era, por cierto, igual al que se produce cuando un rayo cae en un árbol o en una casa.

Al año siguiente, la fábrica de aparatos de distribución montó también, en su ya mencionada zona de pruebas de alta tensión, una instalación para ensayos por golpe de corriente que, no obstante, sólo podía producir una tensión de 800.000 voltios. En cambio, amplió la instalación de comprobación de aparatos de distribución, sustituyendo el generador de cortocircuito por otro de 62.000 KVA a 3.000 revoluciones por minuto con un dispositivo de maniobra sumamente exacto de los diversos procesos de distribución que se producen sucesivamente durante una prueba. La fábrica de dínamos, por otra parte, instaló en una de

sus mayores naves un foso para ensayos por embalamiento, en el que se colocaban, con el eje en posición vertical, las máquinas objeto de ensayo. En muchos generadores para centrales hidráulicas era ésta, por lo demás, la posición normal en que funcionaban. Los restantes habían de soportar esta modalidad, mientras duraba la prueba, recurriendo al empleo de cojinetes especiales. Si se tiene en cuenta que «la cifra del régimen de embalamiento» puede llegar, en ciertas circunstancias, al triple del número de revoluciones de servicio y que la máquina ha de soportar durante la prueba esta relación acelerada, se comprenderá la ineludible necesidad de adaptar las medidas de precaución consiguientes, realizando tales experimentos en un foso blindado de hormigón armado, de 9 metros de profundidad y de 12 metros de diámetro interior, cuya construcción, en las arenas movedizas, empapadas de agua, costaba tanto como un edificio para administración y oficinas, destinado a una Empresa competidora de importancia menor. La construcción — y también el servicio — de tales centros de experimentación y de pruebas consumía, por tanto, enormes sumas de dinero, pero ante gastos para tales fines no se arredraba Carlos Federico v. Siemens. Esto lo sabían los jefes de las fábricas, cuando le presentaban sus proposiciones.

En el rearme del Tercer Reich, iniciado oficialmente el año 1935, desempeñó un papel principal el «plan cuatrienal», que había de independizar al país de las importaciones de determinadas materias primas extranjeras. Entre otras cosas figuraba también en su programa la construcción de numerosas fábricas para la producción sintética de amoníaco, carburantes líquidos y «buna», que se montaban casi siempre en las cuencas carboníferas alemanas.

Estas instalaciones, que surgían de pronto y que eran casi siempre de grandes proporciones, representaron para la electrotecnia un amplio campo de actividades. Junto a vastas instalaciones de distribución, conexión y regulación fueron, sobre todo, los accionamientos motores, y, entre éstos, a su vez, los de los grandes compresores, los que impulsaron la ambición de la electrotecnia. Con el fin de condensar el hidrógeno a la enorme presión existente en los hornos de contacto, se necesitaban compresores de émbolo, no conocidos hasta entonces, y grandes motores de funcionamiento lento para accionarlos. Como éstos, después de ponerse en marcha, funcionaban durante meses enteros con el mismo número de revoluciones, se renunció a emplear costosos dispositivos de arranque, optándose por recurrir al empleo de motores asincrónicos con rotores de cortocircuito, mientras que para los de modelos mayores — como consecuencia de su mejor rendimiento y factor de potencia — se utilizaron motores sincrónicos, cuyo rotor llevaba un arrollamiento

adicional de arranque. Con este arrollamiento se ponía en marcha el motor, como si fuera asincrónico con rotor en cortocircuito. Cuando casi había alcanzado el número sincrónico de revoluciones, se conectaba automáticamente el arrollamiento excitador de los polos, adoptando el régimen de funcionamiento sincrónico. En naves de 100 y más metros de longitud, los compresores se hallaban colocados en una larga fila. Sin producir apenas ruido, giraban las enormes ruedas polares de los motores de accionamiento, y como la calidad del producto final imponía que el proceso se desarrollase uniformemente y sin interrupción alguna, estos grupos de máquinas tenían que trabajar día y noche, aproximadamente durante medio año, hasta que eran substituídos por otros de reserva, que ya se tenían preparados, a fin de someter a revisión los que hasta entonces habían estado en servicio. En total, Siemens-Schuckertwerke suministró aproximadamente 300 de estos motores asincrónicos de funcionamiento lento y de una potencia media de 830 Kw. y, además, unos 100 motores sincrónicos, de una potencia media de 2.630 Kw. El mayor de ellos desarrollaba 6.200 Kw. a 94 revoluciones por minuto y pesaba alrededor de 145 toneladas. A ello venía a agregarse un número aproximadamente igual de motores de funcionamiento rápido para accionar turbocompresores, de los cuales el mayor llegó a desarrollar una potencia de 8.000 Kw. Por regla general, a los frecuentes visitantes de la fábrica de dínamos en Siemensstadt podía mostrárseles con orgullo toda una serie de estos gigantescos motores en su última fase de construcción y destinados a la síntesis del amoníaco y de la gasolina.

En lo que atañe a la síntesis del amoníaco, la I. G.-Farbenindustrie confió a la Siemens-Schuckertwerke una tarea electrotécnica muy curiosa. Entre el horno de contacto, en el que surge el gas amoníaco, y el recipiente de absorción, en el cual se licúa, se hace circular constantemente el gas. En la tubería de unión entre ambos debía colocarse un soplante accionado eléctricamente, que mantuviera la circulación del gas amoníaco. El gas saldría del horno a una presión de 300 atmósferas, la cual habría de elevarse en unas 25 atmósferas mediante el soplante, a fin de vencer la resistencia originada por la fricción, y que para el cobre y para las materias aislantes usuales es agresivo en sumo grado. Bajo estas condiciones, el motor «topo», como se le llamó jocosamente, habría de ser de modelo asincrónico de corriente trifásica con rotor en cortocircuito de 375 Kw. y 3.000 revoluciones por minuto, iría montado dentro de un tubo de acero de paredes gruesas y 600 mm. de diámetro, el cual se encontraría a una altura de 6 a 8 metros sobre el piso de la fábrica, al aire libre y en un puente tubular. Tenía que funcionar ininterrumpidamente durante

cuatro a cinco meses. No habría posibilidad de verlo ni de tener acceso a los rodamientos. Al ingeniero debieron de erizársele los cabellos ante tal descripción. No obstante, se pudieron allanar todas las dificultades, y la Siemens-Schuckertwerke, que proyectó este modelo juntamente con su cliente, suministró, hasta 1943, cuarenta y seis motores de tal clase.

También la ampliación ulterior del servicio eléctrico de ferrocarriles puede incluirse en el programa de las medidas indirectas de rearme, adoptadas por el Tercer Reich.

Prescindiendo del tramo Leipzig—Magdeburgo, del que ya anteriormente se hizo mención, se habían desarrollado en Alemania, después de la guerra, dos grandes redes: la de Baviera meridional y la de los ferrocarriles de montaña en Silesia. En la red bávara adquirieron éstos gran importancia después de la crisis económica mundial y se comenzaron a prolongar sus ramificaciones incluso hasta Wurttemberg. En adecuada proporción aumentó la demanda de los ferrocarriles del Reich en lo que se refiere a locomotoras, y como surgiesen continuamente nuevas proposiciones para solucionar la enojosa cuestión relativa al accionamiento, el resultado fué que paulatinamente aparecieron un sinnúmero de tipos. Se quería prescindir del motor elevado, dotado del precario accionamiento por bielas, y de esta manera se crearon, tanto en el país como en el extranjero, una serie de modelos, por medio de los cuales el momento de torsión de los motores alojados en el bastidor del vehículo había de transmitirse a los ejes impulsores, mediante elementos intermedios elásticos. Frente a ello sustentó Reichel la tesis de que podía retrocederse tranquilamente el montaje, acreditado en los tranvías, del motor de tipo de garras. Si bien es verdad que, en éstos, la mitad del peso del motor descansa sobre el eje, no eran justificados los temores respecto a la solidez de la carrocería, incluso a grandes velocidades. Con el fin de aportar una demostración palmaria de la veracidad de este aserto, indicó que la Siemens-Schuckertwerke, por su cuenta y riesgo, construyese una locomotora para trenes de mercancías con cuatro motores de tipo de garras, provistos de un bastidor enteramente soldado y, por consiguiente, muy ligero, entregándola a los ferrocarriles del Reich para realizar la consabida prueba. Consecuencia de ello fué la implantación general de este tipo y, asimismo, la adopción de tal principio en las locomotoras de los trenes expresos. En conjunto, la Siemens-Schuckertwerke suministró a los ferrocarriles del Reich, entre ambas guerras, los equipos correspondientes a 365 locomotoras. Las dos mayores de ellas desarrollaban una potencia de 8.000 CV y arrastraban los pesados trenes expresos por las empinadas rampas de la Selva de Turingia con sus desniveles del 25 por 1.000, a pesar de lo cual alcanzaban una velocidad

de 60 Km. por hora. Ninguna locomotora de vapor era capaz de otro tanto.

La fábrica de dínamos se hallaba en aquellos años ocupada de un modo absoluto en la construcción de muchísimas máquinas caracterizadas por sus grandes dimensiones, siendo las más interesantes de ellas las relacionadas con el accionamiento eléctrico de buques. En un principio, la hélice de los barcos iba acoplada, como es sabido, por un largo árbol a la máquina de vapor de pistón, montada en el centro del buque. Los regímenes de la máquina y de la hélice concordaban entre sí. Cuando se implantó la turbina de vapor en las construcciones navales, surgieron las naturales dificultades. Por una parte, la turbina, en consideración a la hélice, tenía que funcionar con mucha más lentitud que la que correspondía a su brío y, por otra, se necesitaban turbinas especiales de marcha atrás para poder maniobrar. La primera desventaja se compensó posteriormente, intercalando reductores de ruedas dentadas entre la turbina y el árbol de la hélice, que llegaron a alcanzar gran perfección. Bien es verdad que los técnicos electricistas se habían esforzado, mucho tiempo antes, en colocar entre la turbina y la hélice la transmisión eléctrica de fuerza, de forma que la turbina accionaba, con el número de revoluciones adecuado a la misma, un generador de corriente trifásica, que alimentaba el motor de la hélice, situada a popa. De esta manera, la turbina se hizo más ligera y más económica y, además, se suprimió el largo árbol de la citada hélice. Entre los círculos, algo conservadores, de los astilleros y de las Empresas navieras no tuvo esta idea, al principio, aceptación alguna. Únicamente la Marina de guerra de los Estados Unidos la introdujo en sus buques, teniendo en cuenta su buena maniobrabilidad, dando con ello a las casas participantes norteamericanas la ocasión de reunir más sólidas experiencias. Sólo en el año 1933, y por iniciativa de Bingel, tuvo Siemens-Schuckertwerke la oportunidad de realizar una prueba en gran escala, para lo cual ofreció su ayuda el activo director de construcciones de maquinaria, Bleiken, perteneciente a la Hamburg Amerika-Linie. El vapor rápido «Potsdam», de 18.000 toneladas de registro bruto, que había sido botado, por aquel entonces, con destino al servicio de Asia Oriental, habría de alcanzar una velocidad de 21 millas, con su accionamiento de doble hélice. En él se instalaron dos turbogeneradores de 10.000 Kw. cada uno y 3.200 revoluciones por minuto. Estos dos generadores alimentaban dos motores sincrónicos con arranque asincrónico de 13.000 CV cada uno y 160 revoluciones por minuto para el accionamiento de las hélices. Como entre los dos turbogeneradores y las dos hélices de cada uno de ellos existían cuatro posibilidades de combinación, una turbina sometida a plena carga y de

funcionamiento económico podía, por ejemplo, alimentar a marcha reducida ambos motores de las hélices. El vapor se producía en calderas Benson a 80 atmósferas de presión. Era el primer caso de alta presión en la construcción naval. El barco tuvo pleno éxito y proporcionó en los próximos años a la Siemens-Schuckertwerke siete nuevos pedidos, entre ellos, el accionamiento del «mayor barco del mundo con impulsión Diesel-eléctrica», un buque de recreo de 25.300 toneladas de registro bruto, encargado por el Frente alemán del Trabajo, que, en honor de Ley, llevaba su nombre. Sus dos motores para las hélices, de 4.350 CV cada uno, se alimentaban con seis generadores Diesel.

Paralelamente a estos modernos encargos para la Siemens-Schuckertwerke seguían, como es natural, las transacciones acostumbradas en ritmo cada vez mayor. Por razón de su tamaño llamó especialmente la atención un pedido referente al accionamiento de una fábrica de laminación de planchas blindadas en Dortmund-Hörde: un motor-generador, cuyos dos generadores de corriente continua, conectados en paralelo, desarrollaban cada uno 11.000 Kw., alimentaba con montaje Leonard el motor reversible de laminación, que, a 53 revoluciones por minuto, desarrollaba 19.000 Kw. = 25.800 CV. Era el mayor motor de su clase en el mundo. Una misión análoga se dió en un «tren de laminación de cinta ancha», montado por la Vereinigte Stahlwerke en su fábrica de laminación de flejes en Dinslaken. Con esta expresión se designa un procedimiento, utilizado por primera vez en los Estados Unidos, que consiste en laminar planchas delgadas, de uno a dos metros de ancho, en las mayores longitudes posibles. El ancho fleje de acero ha de atravesar, en este caso, una serie de bastidores de laminación, dispuestos uno detrás de otro, y es evidente que las laminadoras de los distintos bastidores han de tener en este sistema velocidades perfectamente ajustadas, que deben mantenerse con todo rigor, pues, de otro modo, se formarían combas o tensiones excesivas en la chapa. La Siemens-Schuckertwerke suministró, en este caso, seis motores de corriente continua de 2.200 Kw. de potencia cada uno, los cuales se alimentaban mediante un rectificador con mando de rejilla, cuyo número de revoluciones se regulaba automáticamente. Fué la instalación más grande y más impresionante de Europa. También para otros suministros era aplicable, más o menos, el mismo superlativo. En el año 1938, Siemens-Schuckertwerke obtuvo, a través de la «Fusi» y con destino a una gran central hidroeléctrica cerca de Supung en el Yalu — río limítrofe entre la Manchuria, por aquel entonces bajo dominio japonés, y Corea — un pedido consistente en cuatro, de un total de siete, generadores de 100.000 KVA cada uno. Con su reducido régimen de 150 revoluciones por minuto y un diámetro

de más de 10 metros, pesaba cada uno de ellos 1.000 toneladas y, por esta causa, podían considerarse como los generadores más grandes hasta entonces construídos en Europa. Otro tanto podía decirse de los siete denominados transformadores móviles (que podían transportarse suspendidos entre dos vagones especiales) de 120.000 KVA cada uno y 220.000 voltios de alta tensión. Por doquier se trataba de «records». La fábrica de dínamos, especialmente, trabajaba hasta el límite de sus posibilidades.

Aparatos elevadores de gran capacidad, destinados a misiones especialmente difíciles, los representaban las grúas flotantes, de las cuales cuatro fueron encargadas poco antes de empezar la guerra por la Marina para equipar los pesados buques de guerra y se caracterizaron por su elevada potencia y dimensiones. La grúa giratoria con pluma iba montada sobre un pontón flotante de 5.000 toneladas de desplazamiento, y autopropulsado mediante tres hélices de modelo especial, accionadas eléctricamente, una de ellas a proa y dos lateralmente a popa. En su interior llevaba una central eléctrica, que comprendía tres generadores, accionados por motores Diesel, de un total aproximado de 2.500 KVA. En la cubierta del puente se hallaba el pesado mástil de la grúa con pluma graduable. Cuando la pluma se hallaba en posición vertical, se alzaba dicho mástil a 114 metros sobre el nivel del mar. Con sus 18 metros de alcance, medidos desde el borde exterior del pontón, podía la referida grúa elevar y trasladar 350 toneladas y, con 48 metros de alcance, incluso 50 toneladas. La Siemens-Schuckertwerke vió en esta ardua tarea un grato campo de actividades para poner a prueba su capacidad de rendimiento. Una de las grúas, ya acabadas, fué vendida por el Reich a la Unión Soviética, llegando sin novedad a Leningrado el 21 de junio de 1941.

Ya anteriormente se ha hecho mención de que, con motivo de las limitaciones impuestas por el tratado de Versalles, se había fundado en Hengelo la «Nedalo», a fin de seguir allí desarrollando los grandes proyectores.

En relación con estos últimos había alcanzado, entretanto, señalada importancia una patente solicitada por Enrique Beck en el año 1910 acerca de un nuevo modelo de lámpara de arco. Lo esencial de la lámpara de Beck consistía en que el carbón positivo, enteramente impregnado de sales metálicas, poseía un diámetro menor que el cráter que se formaba interiormente en el mencionado carbón positivo, de forma que el punto de iniciación del arco se recalentaba grandemente y, como consecuencia de ello, producía un rendimiento luminoso muy intenso. Tratábase de un caso análogo al del paso de la lámpara de filamento de carbón a la de filamento metálico. El efecto de ello se exteriorizó en que el proyector

mayor construído hasta el fin de la guerra, el cual poseía un espejo de dos metros de diámetro con carbones puros, daba una intensidad luminosa de 350 millones de bujías Hefner, mientras que un proyector de igual tamaño, provisto de lámpara Beck, lanzaba un haz luminoso de dos mil millones de bujías. Se logró entonces aumentar constantemente esta intensidad luminosa, sin aumentar el diámetro del espejo, incrementando para ello continuamente la intensidad de la corriente en el arco voltaico, hasta que, en el año 1944, el proyector irradiaba 4.400 millones de bujías, lo que suponía 12 veces y media más que el valor alcanzado en 1918.

Después de 1933, la parte más importante de los trabajos evolutivos y de fabricación pasó nuevamente de Hengelo a Nuremberg, pero la demanda, en rápido crecimiento, le aseguró, incluso a la fábrica de Hengelo, una suficiente ocupación. Mientras que en la primera Guerra Mundial había sido la Marina de guerra el cliente principal en cuanto a proyectores, aparecía ahora cada vez más en primer plano, junto al Ejército, la defensa antiaérea. Ésta exigía aparatos de orientación y de puntería para localizar los aviones enemigos, así como el enlace de tales aparatos con el proyector mediante control a distancia y, además, fáciles posibilidades de transporte para los referidos proyectores y los correspondientes grupos electrógenos. Ello dió lugar a un enorme trabajo evolutivo, cada vez más sutil, ante el cual el alborozo por las creaciones de la sagacidad humana sólo se veía enturbiado por la consideración de que iban tan íntimamente ligados a fines de destrucción.

La «Sociedad de aparatos eléctricos», la cual, como ya se ha indicado, había de construir aparatos de señales para la Marina de guerra y la mercante y que inició sus actividades en una factoría — al principio muy modesta — enclavada en Marienfelde, cerca de Berlín, fué obteniendo mayor amplitud e importancia de lo que pudiera haberse previsto cuando se efectuó su fundación. Ello se debió a que en el año 1922 comenzó la Marina a reconstruir la flota, si bien es verdad que el tratado de Versalles le impuso restricciones muy severas. No obstante, dentro de estos límites había de hacerse lo humanamente posible para alcanzar la mayor perfección, y aun cuando se habían restringido las dimensiones de los buques de guerra, se tendió a aumentar, en lo posible, su fuerza combativa dentro del margen que se les había señalado. En estos afanes, topó la Marina, dentro de la empresa Siemens & Halske, con la ambición técnica del físico Dr. Rellstab, que trabajaba en la Casa desde hacía algún tiempo, conviniendo ambas partes en que uno de los más importantes derroteros para lograr la meta anhelada, consistía en seguir perfeccionando las instalaciones de dirección de tiro.

Su evolución la hemos seguido hasta la primera Guerra Mundial. Durante la contienda fué imposible poner en práctica la idea, concebida por Raps, de mantener el objetivo en el retículo con un anteojo denominado «aparato de puntería», provisto de los necesarios dispositivos acoplados, mediante el cual se dirigen invariablemente todos los cañones hacia el objetivo y se dispara simultáneamente una salva, lo que, en contraste con el fuego a discreción, es de un efecto físico y moral considerablemente mayor. Cuando en 1924 se puso nuevamente sobre el tapete este problema de la dirección de tiro para objetivos marítimos, parecía necesario, como requisito previo para la solución total, resolver determinadas tareas. Una de ellas se refería al mando a distancia de los cañones pesados, y la otra, a la circunstancia de tomarse en consideración ciertos valores de corrección. En lo que concierne a la primera tarea, había tenido que renunciarse a la puntería manual en elevación de los cañones pesados, a causa de las grandes masas que habían de moverse, pasándose al accionamiento hidráulico, mientras que la rotación de las torretas se hacía por procedimiento eléctrico. Ambos movimientos debían dirigirse eléctricamente desde el puesto de mando. El segundo cometido, o sea el tener en cuenta los denominados valores de corrección, consistía en compensar los movimientos del buque, originados por el oleaje. Para este fin era menester crear, con giróscopos de funcionamiento rápido, un sistema artificial de coordenadas en el espacio, con el cual pudieran medirse los diversos componentes del movimiento del buque originado por el referido oleaje: la guiñada (desviación del rumbo), el balanceo y el cabeceo. Los valores proporcionados por un instrumento adecuado, cuya creación se debía a una Casa especializada, hubieron de transformarse en magnitudes eléctricas, calculándolas juntamente con otros. Además, era preciso rectificar constantemente la distancia medida, toda vez que ésta varía con arreglo a la peculiaridad y al rumbo propios, así como a la marcha y a la derrota seguidas por el adversario. Asimismo, estas magnitudes pasaban de los «localizadores» al gran planteamiento del cálculo. Sin embargo, como el recorrido de los proyectiles, por haberse aumentado las distancias de tiro de 20 a 30 kilómetros, era hasta de dos minutos de duración, se había vuelto a modificar la distancia en este tiempo. Esta variación, así como las «influencias de la balística exterior» — dirección e intensidad del viento, densidad del aire, temperatura de la pólvora y otros valores que influían en la trayectoria del proyectil — se calculaban en un corrector de derivas, transformándose igualmente en magnitudes eléctricas. Finalmente, transcurre cierto tiempo entre el cierre del contacto de disparo y el momento en que el proyectil sale de la boca del cañón. Esta «influencia de la

balística interior» le parece al profano inconmensurablemente exigua, pero basta, si se mueve mucho el buque y el cañón, para producir un error de ángulo en la proyectada posición de la pieza. Este error quedaba compensado mediante un «mecanismo de avance de espoleta», que introdujo en el cálculo el correspondiente «ángulo de avance de espoleta».

Bien es verdad que esta evolución no transcurría, como es lógico, tan rectilínea como pudiera parecer, ateniéndose a esta descripción. De un lado, había otras Casas, surgidas, en parte, merced al apoyo de la Marina de guerra, que solicitaron y lograron efectivamente suministros parciales, sobre todo aparatos giroscópicos e instrumentos de cálculo, pero, por otra parte, se había cometido en la casa Siemens algún que otro yerro. Por ejemplo, durante años enteros se trató inútilmente de crear, en vez de los giróscopos, un gran péndulo hidráulico para determinar la coordinación espacial. Resultó fallido el intento de obtener ciertas operaciones de cálculo por vía fotográfica. Una mesa de cálculo, bien concebida en sí, se ensayó durante un año, con su correspondiente tablero de dibujo, en el acorazado «Schlesien», sin que mereciese el beneplácito de la Marina de guerra.

Y al igual que esta vez ocurrió alguna otra: ímprobos y costosos trabajos, realizados a través de largos años, sin lograr el éxito apetecido; desavenencias con la Marina de guerra por razón de precios elevados; conflictos con otras Empresas en relación con patentes y prioridades, y dudas en la propia Casa acerca de la organización en ritmo cada vez creciente y que, en lo esencial, se destinaba únicamente para un cliente, quien, entretanto, había resultado bien difícil por cierto. Pero hacia el año 1936 se había llegado a tal punto, que a través de todos estos enmarañados derroteros había surgido un nuevo sistema de dirección de tiro. La «Gelap» se había hecho nuevamente con las riendas, en el sentido de que todas estas intrincadas tareas de cálculo las había resumido en una solución general. Unas cuantas combinaciones, sutilmente ideadas, de elementos mecánicos y eléctricos constituían invariablemente un conjunto de desconcertante multiplicidad en sus elementos componentes. Medían, calculaban y corregían todas las magnitudes deseadas, poniendo luego en movimiento los largos cañones, de forma que, al pulsar una tecla, podía hacerse la salva y, cuando en un movido combate, se dirigían simultáneamente al objetivo varias de estas salvas, cada una de ellas se atenía, sin embargo, a valores de tiro diferentes a los de su predecesora. Buques como el «Bismarck» se distinguían — y no en último término, a causa de sus instalaciones de dirección de tiro — por sus extraordinarios rendimientos técnicos, habiendo sido respetados como tales

incluso por el adversario ... no sin motivo, como el éxito vino a corroborarlo. Pero la marcha de la guerra puso de manifiesto que la hora de estos grandes buques de combate había pasado a la historia.

En cierta relación con los aparatos de dirección de tiro se hallaba el buque-blanco, movido a distancia. Los ejercicios de tiro con blancos marítimos móviles sólo habían sido viables hasta entonces, remolcando los blancos correspondientes. Como el cable de remolque no podía exceder de una determinada longitud, no dejan de ser arriesgadas las operaciones que ha de realizar el remolcador, aparte de que con el blanco, movido en sentido transversal a la dirección de tiro, no pueden imitarse precisamente los casos más importantes de una batalla, limitándose a actuar en un mar relativamente en calma. Las consideraciones efectuadas al reconstruirse la Marina de guerra acerca de la conveniencia de utilizar lanchas teledirigidas, concebidas durante la guerra, condujeron a la idea de aprovechar con esta finalidad las ondas electromagnéticas, últimamente utilizadas para guiar tales lanchas, en barcos no tripulados de mayor tonelaje, los cuales podían servir de blanco para efectuar ejercicios. Con esta finalidad fué transformado adecuadamente por la Marina de guerra el viejo acorazado «Zähringen», que había sido dado de baja en el servicio, equipándosele por la «Gelap» con instalaciones de teledirección. Se le dotó de una alimentación automática de las calderas y un accionamiento motor de las válvulas del vapor y del timón, de forma que podía operar, siguiendo las órdenes recibidas, con cualquier rumbo y a cualquier velocidad. Estas órdenes, transmitidas por radiotelegrafía, constaban de series de impulsos, semejantes a los que se emiten por el disco de números del aparato telefónico. En el buque-blanco se movían con dichas órdenes unos selectores, que cerraban el circuito eléctrico, tal como «avante, a toda máquina». De esta manera podía comunicársele al buque una gran serie de órdenes diversas, cuya recepción acusaba invariablemente. Siguiendo la orden recibida, marcaba también el fogonazo de sus piezas.

El éxito de esta primera tentativa sugirió a la Marina de guerra que, en 1935, la Gelap equipase igualmente como buque-blanco al antiguo acorazado «Hessen», al cual, en comparación con el «Zähringen», podía considerársele mayor y más moderno. Este buque podía ejecutar hasta 200 órdenes diversas. Asimismo, la Marina de guerra italiana transformó en buque-blanco el antiguo crucero acorazado «San Marco». Estos suministros los efectuó, de acuerdo con los planes de Berlín, la Officine Lombardo Apparecchi di Precisione (Olap), de Milán, fundada en el año 1927, en la cual, con Siemens & Halske a la cabeza, participaba también capital italiano. La Olap se desarrolló de un modo halagüeño. Entre

otras cosas, trabajó mucho para la industria italiana de construcciones navales, que había desplegado gran actividad.

Por último, a fines del período comprendido entre 1920 y 1930 se habían comenzado a ocupar en la Gelap de una misión que ya antes de la primera Guerra Mundial aterrara a los inventores: combatir los movimientos de balanceo del buque, originados por el oleaje. Schlick había propuesto para este objeto la instalación de un gran giróscopo, idea ésta que fué proseguida ulteriormente por Sperry en los Estados Unidos. Sin embargo, estos giróscopos de buques eran instalaciones grandes y costosas, que llevaban aparejado un constante consumo de energía, razón por la cual fué menester buscar otras soluciones. Frahm indicó una, que se caracterizaba por su sencillez. A ambos costados del buque dispuso grandes compartimientos llenos de agua, denominados depósitos de balanceo, los cuales estaban unidos entre sí por una tubería de gran sección. En modelos posteriores sustituyó la tubería de unión sencillamente por el mar, para lo cual colocó, en el extremo inferior de los depósitos, aberturas exteriores, por las que podía entrar y salir el agua. La idea consistía en que, al inclinarse el buque, debería afluir el agua a la parte más baja, con el fin de retardar su enderezamiento, amortiguando así el movimiento de balanceo. De esta forma, el agua debía tener su máxima velocidad de corriente cuando el buque se hallara en una de las dos posiciones extremas del movimiento de balanceo; la velocidad de balanceo y la del agua acusaban, por consiguiente, una diferencia de fase de un 1/4 de período.

Esta consideración es sólo rigurosamente exacta si el balanceo del buque se produce con la regularidad de un péndulo; pero éste no era el caso. El oleaje es desigual y su influencia sobre el buque depende del rumbo. Las vibraciones libres y provocadas del casco del buque se superponen en el agua hasta llegar a un complicado desarrollo de movimiento; el viento y otras influencias pueden causar una escora constante: en una palabra, el simple depósito de balanceo no daba todavía un resultado impecable. Era necesario, se decía en la Gelap, dirigir el movimiento del agua dentro del depósito conforme al movimiento de balanceo, para lo cual convenía medir primeramente éste. El «leitmotiv» de la Casa, que informaba todas sus actividades técnicas, consistía tradicionalmente en medir y nada más que en medir.

Ahora bien; en las instalaciones de dirección de tiro se había aprendido a medir los movimientos del buque con respecto a un sistema fijo de coordenadas. Así, pues, en este caso se instaló un dispositivo giroscópico, utilizándose los valores obtenidos al objeto de conducir el líquido del depósito, para lo que también podía utilizarse la reserva de petróleo combustible. Con el fin de poner en movimiento el líquido, era menester unir los

dos depósitos en la parte inferior y en la superior mediante una tubería de gran sección. Por la inferior circulaba el líquido, sirviendo la superior para compensar la amortiguación neumática, sometida a presión mediante un soplante. Una corredera, dirigida por los aparatos de regulación y situada en la tubería superior, permitía distribuir la presión a ambos lados con arreglo a los movimientos registrados en el buque, imprimiendo así al líquido ciertas fases de movimiento. El éxito obtenido vino a demostrar que el balanceo se amortiguaba considerablemente de esta manera, aunque, como es natural, su eliminación no era completa.

Hasta entonces, y en relación con la Gelap, sólo se trataba de la Marina de guerra, pero, como el Ejército necesitaba igualmente, y en gran proporción, material eléctrico para transmisiones, expuso también a Siemens & Halske sus deseos, y habida cuenta que una parte de estos dispositivos, como, por ejemplo, los aparatos telefónicos con sus instalaciones de comunicación, solían tener en ambos casos modelos similares, era natural que la Gelap — con su fábrica de Marienfeld, entretanto muy ampliada — interviniese también en los suministros para el Ejército. Sin embargo, la fábrica fué considerada por la Marina de guerra como dominio suyo y, de esta forma, se dieron algunas grotescas disputas entre ambos clientes en relación con la prioridad que había de dárseles, hasta que en Siemens & Halske se tomó la decisión de instalar para la Gelap otra factoría en Lichtenberg, cuyos suministros se destinarían al Ejército.

Sin embargo, prescindiendo de estos modelos especiales, y precisamente cuando se inició el rearme en toda su amplitud, necesitaba la Wehrmacht una enorme cantidad de productos normales de la Casa, desde el cable de alta tensión hasta la cámara de película estrecha. La construcción de un modelo implicaba frecuentemente deseos especiales que no siempre podían desatenderse, ya que los dirigentes políticos y sus delegados tenían rápidamente a mano el reproche de sabotaje de la defensa nacional. Ahora bien; la Wehrmacht no se hallaba satisfecha de la forma en que la casa Siemens trataba estos encargos suyos. Ya no le agradaba tener que ir inquiriendo estas cosas a través de los organismos competentes y, además, no quedaba debidamente guardado el secreto mediante este procedimiento. En el Tercer Reich constituía un secreto cada tornillo suministrado a una Maestranza militar. En una palabra: la Wehrmacht exigía una centralización de los negocios con la casa Siemens.

Influída de esta manera, la casa Siemens & Halske se decidió en el año 1933 a crear la «Siemens Apparate und Maschinen G.m.b.H.» (SAM). La nueva Sociedad se hizo cargo de la Empresa que regía hasta entonces, denominada «Gesellschaft für elektrische Apparate» con sus dos factorías en Marienfelde y Lichtenberg y, además, de la fábrica de motores

de aviación en Spandau, destinándose, al mismo tiempo, a centro de negociación para todas las operaciones con la Wehrmacht. Su director técnico era el Dr. Max Moeller, que había ejercido hasta aquella época el cargo de Jefe de la Sección térmica.

La fábrica de motores de aviación permaneció sólo breve tiempo en la nueva asociación, ya que la Luftwaffe, creada entretanto, se convirtió en el cliente más exigente que había habido hasta entonces. Presionado por ella, pasó a integrar la compañía recientemente fundada «Brandenburgische Motorenwerke G.m.b.H.», en la cual la Luftwaffe ejercía sus facultades omnímodas en una amplitud mayor que la Marina de Guerra lo hiciera anteriormente en la Gelap. Pronto exigió ampliaciones fabriles en tal proporción, que C. F. v. Siemens no creía poder asumir la responsabilidad, ya que siempre había considerado la fabricación de motores de combustión interna como ajena a la casa Siemens. Tras dilatadas negociaciones con el ministerio de Aviación logró aquél vender toda la participación de Siemens & Halske, quitándose así de encima este cuerpo extraño.

Sin embargo, no quería ello decir lógicamente que ocurriese lo mismo con la Luftwaffe, cuyas demás pretensiones habían sido tratadas hasta entonces por la SAM. Antes de que hubiese renacido la Luftwaffe, se habían ocupado en la Gelap del problema relativo al mando automático para aviones, el cual consistía en que, tratándose de vuelos a ciegas, esto es, al recorrer zonas sin visibilidad, los valores de altura de vuelo y de rumbo, previamente ajustados, se mantienen independientemente de las influencias externas del avión. Los giróscopos permiten medir las desviaciones de los valores prescritos. Éstos se comunican a elementos reguladores que después actúan, mediante motores accionadores, sobre los timones de profundidad y de dirección, así como sobre los alerones. Aliviado de este modo, el piloto de aviones puede dedicarse por entero a la navegación. Este dispositivo, denominado «piloto automático», no tiene, en realidad, una importancia estrictamente militar, como tampoco la tiene el dispositivo, ideado más tarde, para el aterrizaje sin visibilidad, pero proporcionaron el fundamento para los problemas de mando a distancia de distinta índole, que se le plantearon, durante la guerra, a la aviación de caza. A ello viene a agregarse la exigencia que formuló la Luftwaffe de cargar, apuntar y disparar las armas de a bordo desde un punto determinado. Para estos y otros fines se necesitaba la energía eléctrica en una proporción nada insignificante. Sin embargo, los generadores, las conducciones, las instalaciones de distribución de medida y de seguridad necesarias tuvieron que proyectarse de nuevo, sometiéndose a las condiciones imperantes en la aviación, pues, tal como

existían en la electrotecnia hasta aquel entonces, no podían utilizarse ya en los aviones, debido, sobre todo, a su excesivo peso. Adaptar los «elementos componentes», tal como se los denominaba, a las exigencias de la construcción de aviones, constituyó uno de los más importantes cometidos de la Sección de Aviación, creada en el seno de la SAM. Pronto se habló de que la Sección necesitaba una fábrica propia. C. F. v. Siemens — para quien el trabajo con destino a la Luftwaffe llegó a constituir una verdadera pesadilla — se oponía, al principio, enérgicamente a tal idea, pero, al fin, tuvo que ceder ante la presión que se ejerció sobre él, tanto desde dentro como desde fuera. Con fondos del Reich, el Ministerio del Aire construyó en Hakenfelde, cerca de Spandau, una factoría bastante espaciosa e instaló en ella a Siemens & Halske como Empresa arrendataria. La sección que operaba hasta entonces, fué desglosada de la SAM, actuando autónomamente como «Luftfahrtgerätewerk Hakenfelde G.m.b.H.» En calidad de director de la fábrica fué nombrado, tras un breve período de transición, el competente capitán de fragata retirado Altvater, el cual, cuando estaba adscrito a la Jefatura del Estado Mayor de la Armada, había tramitado todo lo concerniente a las instalaciones de dirección de tiro. Luego pasó a la SAM, considerando la meta de su ambición colaborar en la reconstrucción de la nueva Luftwaffe.

Sin embargo, por encima de esta preponderancia de determinados organismos, en los que se hizo perceptible, incluso en el sector de trabajo de la casa Siemens, el rearme llevado a cabo por el Tercer Reich, no debe pasarse por alto que la mayor parte de su negocio seguía consagrándose a pacíficas tareas. Otro tanto podía decirse de la actividad emprendida por los laboratorios. Para darse cuenta del alcance de estos trabajos baste saber que por cada seis ingenieros ocupados en Siemensstadt para la casa Siemens & Halske, uno de ellos trabajaba en un laboratorio. Los ejemplos mencionados a continuación darán una idea de la índole de los mismos.

El laboratorio de investigaciones, dirigido por Gerdien, se había ideado como centro común de la Casa para todos aquellos trabajos experimentales que no respondieran a una finalidad concreta, pero, por iniciativa de su jefe, también dondequiera que se presentasen cuestiones relacionadas con problemas específicos de desarrollo, cuya importancia fundamental hiciere necesaria la colaboración de su personal y de su equipo. Se ocupaba en la física de las descargas eléctricas y de la conducción de la electricidad, así como en estudios muy detenidos y valiosos para la posteridad acerca de la naturaleza de los contactos eléctricos. Ya se ha hecho mención de sus amplias investigaciones acústicas, así como de la invención de los aparatos para el análisis de gases. Sus trabajos físico-

químicos adquirieron gran importancia para la investigación de materiales. En relación con ello se produjeron hierro y níquel purísimos, como material de partida para nuevos elementos magnéticos, creándose otros metales extraduros para aceros de herramientas («Akrit»), así como un moderno material aislante («Sinterkorund»), destinado a bujías de encendido. Grondahl había descubierto en los Estados Unidos que si se caldea una placa de cobre, con aportación de oxígeno, y si se aplica a fuego sobre ella una capa de óxido cúprico, surge entre ambas sustancias un efecto rectificador, por lo que el paso de la corriente desde el óxido de cobre hasta este último metal es bueno, pero, en cambio, en sentido opuesto casi deja de ser conductor. Sin embargo, se necesitaron doce años de trabajos evolutivos en la fábrica de material pequeño con el laboratorio de investigaciones hasta que pudo fabricarse en serie y en calidad uniforme el «rectificador seco de óxido de cobre», convirtiéndose entonces en un negocio muy importante.

Hacia el año 1935 se comenzó a seguir en la Siemens-Schuckertwerke el fenómeno, hacía tiempo conocido, de que el elemento selenio, eléctricamente semiconductor, muestra efectos rectificadores en el punto de contacto con un metal, esto es, que, aplicando una tensión, deja pasar la corriente en un sentido, pero la bloquea prácticamente en el otro. También en este aspecto se hizo necesario un trabajo de investigación, realizado sistemáticamente durante largos años, hasta alcanzarse un grado de madurez en la fabricación del «rectificador de selenio». Éste no sólo limitó posteriormente el rectificador de óxido de cobre a determinados sectores de aplicación, sino que al rectificador de vapor de mercurio lo desplazó también grandemente del sector de menores tensiones y de mayores intensidades de corriente.

Dado que la fábrica de cables y la de válvulas Siemens eran propiedad común de las dos Empresas principales de la Casa, podían considerarse también sus vastísimos centros de desarrollo, al igual que el laboratorio de investigación, como expresión de esta labor común. Sin embargo, éstos, del mismo modo que la casi incalculable multitud de laboratorios especiales existentes en las distintas fábricas, fueron superados en amplitud por la extensión verdaderamente gigantesca que, en el transcurso del tiempo, había alcanzado el «Laboratorio Central de Técnica de Telecomunicación».

Puede discutirse si es conveniente que un grupo de laboratorios sobrepase determinadas proporciones externas, obligando a que el jefe del mismo se limite principalmente a la labor administrativa, pero como la totalidad de los problemas de telecomunicación en telegrafía y en telefonía, incluyendo la telefotografía y la televisión, así como la transición

inevitable, en la mayor parte de los casos, de la conducción metálica a la onda espacial y viceversa, había traído consigo tal proporción de homogénea labor evolutiva, que no podía separarse en cualquier punto, era realmente acertada la forma en que se había hecho. La única Entidad equiparable por aquel entonces, los «Bell Laboratories», se convirtieron también en una Empresa gigantesca. Además de ello, el Laboratorio central, comenzando por su creador Lüschen, tuvo siempre la suerte de contar con personas al frente, las cuales, aparte de la inevitable labor administrativa, todavía lograron ejercer un influjo sobre la marcha de los asuntos merced a sus personales ideas creadoras.

El conjunto de fenómenos que suelen agruparse bajo el nombre colectivo de magnetismo, y, entre éstos, muy particularmente el comportamiento de los materiales ferromagnéticos, absorbió ciertamente, en un elevado grado, el interés de la investigación desde que comenzó la electrotecnia científica. En el transcurso del tiempo se reunió un gran cúmulo de material de observación y experimentación, pero su ordenación sistemática y su interpretación uniforme siguieron deparando máximas dificultades. La causa principal de las peculiaridades de los materiales en cuestión se conceptuaba que residía necesariamente en las denominadas tensiones internas o propias, las cuales se producen, por lo común, debido a los inevitables cambios de temperatura durante el proceso de fabricación, si bien pueden incrementarse, además, por efecto de una deformación en frío practicada ulteriormente, lo cual trae consigo perturbaciones en la estructura regular de la red de cristales. Modernamente se advirtió que los aditamentos mínimos, apenas mensurables, de material no ferromagnético pueden ejercer una decisiva influencia en el comportamiento magnético de tales materiales. A este respecto, es menester hacer constar que no se trata de especulaciones «ociosas» a los ojos de determinados especialistas, sino de investigaciones de amplias consecuencias prácticas. De una parte, conducen a materiales magnéticos blandos, en los cuales la acomodación del efecto magnético a la causa magnetizadora iba asombrosamente lejos. Por otra parte, conduce a aceros para imanes permanentes, cuyos campos eran verdaderamente inverosímiles en relación con la cantidad de material empleado.

Como el técnico electricista, cualquiera que sea la ocupación en que individualmente opere, se halla, en realidad, constantemente rodeado de campos magnéticos, no era de extrañar que en la casa Siemens, teniendo en cuenta los muchos laboratorios que poseía, se ocupase un sinnúmero de centros en cuestiones magnéticas y que, en relación con ellas, se llevase también a cabo una rigurosa labor de investigación. Hacia fines de un período evolutivo, que puede fijarse entre 1930 y 1945, se contaban más

de 50 publicaciones de categoría científica acerca del tema. Finalmente —la guerra ya había comenzado—, se acordó, con el fin de impedir un nuevo fraccionamiento, concentrar el verdadero trabajo de investigación en un centro dirigido por M. Kersten, dándole el nombre de «Sección de desarrollo de materiales magnéticos». Las ventajas de tal fusionamiento son palmarias, pero una de ellas es menester mencionarla especialmente. Se constituyó allí un centro, en el que los científicos de la Casa, interesados de algún modo en estas cuestiones—y en ello coincidía la mayor parte de sus eruditos—, se congregaban en una especie de coloquio académico, con el propósito de llevar a cabo un regular y fructífero intercambio de ideas.

A este y a otros trabajos de investigación les benefició grandemente que Siemens & Halske participase de un modo decisivo, desde 1933, en la empresa Vakuumschmelze A.G., de Hanau, surgida de la firma Heraeus, existente desde hacía tiempo y conocida principalmente por la fabricación de lámparas de cuarzo. La fundición de metales al vacío, que Bolton empleó por primera vez en la casa Siemens con motivo de la fabricación del tántalo, había resultado ser, en el ínterin, de especial importancia para la obtención de materiales magnéticos, para materiales de resistencia de calidad especial, pero también para aquellos metales que habían de fundirse en el vidrio con destino a la fabricación de válvulas de toda índole. Es evidente que, en este aspecto, debe existir una relación especialmente íntima entre la investigación científica, la producción de materias primas y la estructuración y terminación del producto final. Asimismo, las cantidades elaboradas en cada caso no son naturalmente muy cuantiosas. Imagínese lo que puede pesar, por ejemplo, una de aquellas bobinas de material de resistencia muy perfeccionado, que se intercalan en el sistema de un sensible instrumento de medida. Realmente, trátase en esta fabricación de un grupo de laboratorios, cuya misión consiste en fabricar un número bastante grande de diversos materiales, utilizados en cantidades exiguas: si un establecimiento fabril de esta índole ha de trabajar de un modo algo rentable, su producción habrá de calcularse en tal forma, que en ella puedan participar también otros consumidores. Por otra parte, deberá atender principalmente a aquel a quien pertenece en propiedad y que es el que dirige su producción. Esta forma de colaboración resultó ser tan fructífera, que Siemens & Halske la estructuró en 1937 todavía más estrechamente, adquiriendo mayor número de acciones y, principalmente, disponiendo la ampliación del capital.

Desde la fundación de la Siemens-Schuckertwerke en el año 1903, la Elektrizitäts A. G. vorm. Schuckert & Co., de Nuremberg, era una auténtica sociedad Holding. Ésta administraba las Empresas fundadas por ella en el país y en el extranjero, así como su participación en la Siemens-Schuckertwerke, que suponía prácticamente la mitad del capital de esta Firma. Sin embargo, la importancia de aquella Empresa fué decreciendo de año en año. En Alemania no se otorgaban ya nuevas concesiones, y las antiguas, como consecuencia de la constante expansión de los grandes establecimientos estatales, comunales y económico-mixtos, iban siendo paulatinamente absorbidos por éstos. La primera Guerra Mundial hizo también perder a Schuckert la mayor parte de sus establecimientos en el extranjero, por lo cual la principal ocupación de la administración de Nuremberg, consistió, después de la guerra, en recibir la mitad de los dividendos de Siemens-Schuckertwerke, repartiéndolos entre sus accionistas como dividendos Schuckert. De las demás participaciones, e independientemente de la gran central eléctrica de Franconia, eran de primordial importancia las fábricas de electricidad, los ferrocarriles y los funiculares del Bergisches Land, que se disputaban ya vivamente las asociaciones comunales interesadas y la renacida gran ciudad de Wuppertal.

Por parte de Siemens se hubiera podido dejar que este estado de cosas prosiguiese tranquilamente durante algún tiempo, si, en el transcurso de los años, otra circunstancia no se hubiese manifestado como algo cada vez más incómodo. En la fusión del año 1903, Schuckert había renunciado a toda ulterior fabricación. Lo que él hasta entonces realizara en este sentido, se había transferido a la Siemens-Schuckertwerke. Al mismo tiempo, Siemens & Halske tenía su fabricación propia. A los accionistas de Schuckert no podía serles indiferente lo que hacían aquéllos y éstos, puesto que participaban en los beneficios de fabricación de los unos, pero no en los de los otros. Por consiguiente, se habían deslindado contractualmente entre sí los sectores de trabajo de la Siemens-Schuckertwerke y los de la Siemens & Halske A. G., pasando el límite del contrato entre la «corriente de alta tensión» y la «corriente de baja tensión». En el año 1903 eran todavía unos conceptos en cierto modo claramente definidos, pero ya no fué así una vez transcurridos veinte años, y cuanto más progresaban los tiempos, tanto más se fundían entre sí ambos sectores. Finalmente, ocurrió que en los trabajos evolutivos realizados en este sector limítrofe se produjeron serios entorpecimientos, porque aquéllos no tardaron en dar lugar a disensiones en cuanto a las atribuciones, tras las cuales se hallaban los intereses financieros de un grupo de accionistas. Por esta causa, a principios del período comprendido entre 1930 y 1940, vió claramente Carlos Federico v. Siemens que el único

modo de acabar con estas discordias sólo podía ser la total desaparición de Schuckert.

Pero todavía transcurrieron un buen número de años hasta haber conseguido su objetivo, pues a la supervivencia de Schuckert iban ligados un gran número de comprensibles intereses humanos. El 13 de junio de 1939, la Junta General de Siemens & Halske A. G. pudo acordar, por último, que el capital social de la Empresa fuese ampliado en 50.001.000 RM, merced a la nueva emisión de acciones preferentes, sin derecho a voto. Al día siguiente, la Junta General de la empresa Elektrizitäts A. G. vorm. Schuckert & Co. adoptó la decisión de reducir el primitivo capital social de 56.500.000 RM a 50.001.000 RM, anulando para ello acciones propias, y aceptar la oferta presentada por Siemens & Halske A. G., la cual consistía en canjear las acciones Schuckert en la proporción de 1 : 1 por las acciones preferentes de Siemens & Halske, recién creadas. Los accionistas de Schuckert se convirtieron, por consiguiente, en accionistas de Siemens & Halske sin derecho a voto, tranfiriéndose la totalidad del capital de su Sociedad a Siemens & Halske y liquidándose la casa Schuckert a los 66 años de existencia.

Como es natural, estos años de intensísima expansión comercial trajeron también consigo múltiples cambios en las plantillas de personal de los jefes de fábricas y secciones. El curso natural de las cosas implicaba tradicionalmente que los colaboradores más antiguos se desligasen de los negocios, sustituyéndoselos por elementos más jóvenes. Sin embargo, la exposición de todos estos pormenores sería fatigosa y, por esta razón, es menester limitarse a indicar que Winter-Günther, jefe del grande e importante grupo fabril de Nuremberg, se jubiló en el año 1933 después de 20 años de actividades como director de este grupo, siendo reemplazado por Carlos Knott. En 1939, el incansable Köttgen tuvo también que doblegarse ante la ley de sus 68 años de edad. Su puesto, como ya hacía tiempo se había proyectado, lo vino a ocupar Rodolfo Bingel, el cual nombró sucesor suyo, en la dirección de la Sección de Industria, a su colaborador Günther Scharowsky. « A mi reloj también se le terminará pronto la cuerda », decía Carlos Federico melancólicamente a Köttgen, al comunicarle este fiel camarada su decisión, « pues sólo tengo un año menos que usted ». Aunque, en el fondo, era de constitución sana, iba sintiendo cada vez más las molestias de los achaques propios de la vejez, tales como los de la vista, lo cual le daba a entender que, asimismo, debía pensar en elegir su propio sucesor. Hacía ya algún tiempo que, para sustituirle, había incorporado a su sobrino Germán, hijo mayor de su hermano Arnaldo, que en Siemens & Halske se había encumbrado, en el transcurso de los años, hasta alcanzar el puesto de

miembro de la Junta Directiva. Sin embargo, lo que más le dolía era la sensación de no ser ya patrón de su propia casa. Ello no ha de entenderse desde el punto de vista del « amo de la casa », sustentado, todavía a fines de siglo, por ciertos elementos de la industria pesada con respecto a su personal. En razón a su ideología liberal, había lanzado a tiempo por la borda tales conceptos, ya trasnochados en opinión suya. Sin embargo, se sentía responsable ante la Empresa como ente económico, y esta responsabilidad creía no poder llevarla sobre sus hombros, cuando desde fuera le instaban incesantemente a adoptar decisiones, conducentes siempre a una ampliación o a un acrecentamiento de los centros de producción. Al igual que toda la vida restante, también la de la economía se hallaba dominada por el genio demoníaco del Estado, cuyos panegiristas se complacían en llamar totalitario y el cual había sometido la economía enteramente a su albedrío, convirtiéndola en una parte de sí mismo y ligando su destino indisolublemente al suyo. Ésta era la grave pesadilla que se cernía sobre el alma de Carlos Federico, pues ¿qué iba a ser de la casa Siemens si al omnímodo soberano, rector de este Estado totalitario, se le ocurría la idea de que el rearme abocase en una nueva guerra?

XXXII.

LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Cuando Hitler, en virtud del tratado germanorruso, concertado el 23 de agosto de 1939, consiguió repartir por cuarta vez a Polonia, estallando por este motivo la segunda Guerra Mundial, la situación de la economía alemana era esencialmente distinta a la de agosto de 1914. Entonces, la economía, y sobre todo la industria, se hallaba enteramente desprevenida. A ello se debieron las erróneas decisiones — difíciles de concebir para el observador perteneciente a generaciones posteriores —, acerca de las cuales ya se aludió en otro lugar. En cambio, esta vez todo se había premeditado por parte de la Jefatura del Estado. De ello podía darse cuenta incluso el más ingenuo, al imponérsele inmediatamente una rígida economía en el mercado de productos alimenticios y de ciertos artículos de primera necesidad. Las tarjetas de racionamiento estaban impresas ya hacía tiempo y no había más que distribuirlas. Con la industria ocurría casi otro tanto. Como ésta se hallaba trabada, mediante sus grupos económicos, por un firme sistema de economía dirigida, los organismos centrales sólo tenían que dar las instrucciones pertinentes para llevar sigilosamente a cabo las transformaciones a que hubiere lugar.

La principal diferencia con respecto a la primera Guerra Mundial residía, pues, para la casa Siemens en que ésta se hallaba ocupada, hasta el límite de su capacidad de rendimiento, en satisfacer las exigencias electrotécnicas de la conducción de la guerra, tanto directas como — preponderantemente — indirectas. Así, ni siquiera surgió la idea de consagrarse, como entonces, a cualquier producción ajena a la Empresa. Sin embargo, en ello pararon mientes los organismos estatales de adquisiciones, que, sobre todo, acosaban a la Siemens-Schuckertwerke, al paso que suponían que la enorme demanda de la Wehrmacht, en lo que se refiere a material de transmisiones, daba ya suficiente ocupación a los talleres de Siemens & Halske. Por el contrario, su Empresa fraterna había participado, ya durante la primera Guerra Mundial, en la producción de proyectiles y otro material bélico directo, y en esta ocasión podía hacerlo también. No sólo fué menester emplear toda la habilidad de un Bingel, sino, de vez en cuando, poner también a prueba un perso-

nal coraje, para esquivar o resistir la presión ejercida sobre la Empresa. Cuando, finalmente — e invocando para ello las órdenes de movilización — se llegó a la imposición de un encargo para tornear granadas perforantes, destinadas a la artillería pesada naval, no tardó Bingel en arreglárselas para mandar a paseo a estos ingratos advenedizos de los talleres.

Una molestia extraordinariamente grande para la industria la constituía la denominada « Abwehr » (servicio de contraespionaje). El temor a los espías, propio de todos los sistemas totalitarios, se recrudece en tiempos de guerra hasta el paroxismo. En el Tercer Reich, los Estados Mayores suplentes habían destacado, durante los últimos años de paz, en todas las Empresas los llamados « encargados del servicio de contraespionaje », quienes eran responsables de la ejecución de las normas secretas, de extremo rigor. En guerra vinieron a agregarse otras misiones, entre las cuales la más repulsiva era tal vez la de husmear la ideología de cada uno, a fin de combatir el derrotismo. Como los órganos de la Wehrmacht resultasen poco apropiados para llevar a cabo tal cometido, le fué confiado éste a la Policía en el año 1940. Los encargados del servicio de contraespionaje, pese a ser empleados de la Empresa, recibían, desde entonces, sus instrucciones oficiales a través de la Gestapo.

Los acontecimientos que se desarrollaron en el primer año y medio de la guerra trajeron consigo que Polonia, Dinamarca, Noruega, Holanda, Bélgica, Luxemburgo, Francia, Yugoslavia, Grecia, Hungría, Bulgaria y Rumania cayesen bajo la dominación alemana, la mayoría de las veces por conquista directa y, de modo parcial también, en la forma indirecta del sometimiento, bajo un Gobierno dependiente de Alemania. Como Checoslovaquia había sido ya anexionada anteriormente al « Gran Reich Alemán » e Italia siguió plenamente supeditada, durante el transcurso de la contienda, a las directrices de la política alemana, Hitler llegó a dominar la mayor parte de Europa, y con ello también, su potencial bélico en cuanto a productos alimenticios, materias primas y capacidad de producción industrial, de importancia, sobre todo, en Checoslovaquia, Francia, Bélgica y Luxemburgo.

En vista de ello, el bloqueo impuesto por la Gran Bretaña con arreglo a un procedimiento que, en otros tiempos, hubiera sido eficaz, no pudo surtir el mismo efecto que en la primera guerra, aunque, como es natural, también esta vez le estaba vedado a Alemania el acceso a los mercados de ultramar. Además, el círculo de bloqueo no estaba cerrado: en el Este, el poderoso Estado soviético suministraba, en consonancia con lo estipulado, importantes cantidades de artículos alimenticios y materias primas. En estas circunstancias, pronto se tuvo la evidencia de que a

Alemania no podría vencérsela sólo con el bloqueo. La alimentación de su población era escasa, como correspondía a tiempos de guerra, pero sí suficiente, y no había lugar a dudas en cuanto a la intención, públicamente exteriorizada por la Jefatura, de que, antes que los alemanes, pasarían hambre los demás. Con respecto a las materias primas, especialmente a las metálicas, no dejaron de producirse algunas «estrecheces», pero, entretanto, se había descubierto también cómo salir adelante en este aspecto. Algunos «viejos» de la casa Siemens, que habían pasado en la Empresa la primera Guerra Mundial y que, partiendo de este conocimiento de la economía bélica, se habían atrevido a hacer, entre amigos, sombrías profecías, tuvieron que oír que, también en el aspecto económico, desconocían en absoluto el carácter genial del Führer.

En el transcurso del año 1940, Carlos Federico v. Siemens, que contaba entonces 68 años de edad, se percató de que tenía que administrar sus fuerzas, y el apremiante consejo de los médicos coincidió plenamente con sus impresiones. Así, pues, encomendó los negocios pendientes a su sobrino Germán, sucesor suyo en perspectiva, y buscó frecuente reposo en su finca de Baden-Baden. Sin embargo, no podía desligarse aún totalmente de sus tareas, y, por ello, cuando se ventilaban importantes decisiones, volvía a vérsele por Berlín. Sin dejarse influir por el rumbo que tomaban los acontecimientos bélicos, persistió en repudiar el régimen nacionalsocialista, y cuanto más gárrulamente fanfarroneaban Hitler y sus innumerables simpatizantes, deslumbrados por el rápido éxito, tanto más sombríamente veía el porvenir de Alemania. «Tengo», escribía el 25 de enero de 1941 a un colaborador suyo, «plena comprensión por su deseo de retirarse. También a mí se me ocurre que el trabajo no produce hoy alegría ni satisfacción de ninguna especie. Aquel que se enorgullecía de que la propia labor estaba consagrada a una misión, cuya finalidad consistía en servir a la organización y al progreso de la Humanidad, sólo podrá ver, con el corazón contristado, que los éxitos del trabajo favorecen única y exclusivamente a la destrucción. Si estas ideas conducen ahora a plantearse el «porqué», entonces lo más grato para uno sería retirarse a un rincón para no ver ni oír nada más...»

Quiso el Destino que no viese ni oyese mucho más acerca de todas estas cosas, pues el 9 de julio de 1941, una breve enfermedad ponía fin a su vida. El deseo unánime del personal fué que sus restos mortales se depositaran en el patio de honor del edificio administrativo de Siemensstadt, donde se instaló la capilla ardiente y en donde habían de celebrarse dignamente sus exequias. Con este motivo, v. Buol pronunció, en nombre de la casa Siemens, la oración fúnebre. Después de haber ensalzado, en sencillos y sobrios términos, la personalidad del finado, así como su importancia para la Empresa, concluyó con la siguiente frase: «Hemos admirado a Carlos Federico v. Siemens, pero hemos hecho algo más: le hemos querido». Al decir estas palabras se le quebró la voz a este hombre serio y aparentemente frío, y una visible emoción embargó a todos los presentes.

Uno de los últimos y grandes cometidos en que se había ocupado el jefe de la Casa y cuya conclusión no había de presenciar en vida, fué la liquidación del caso Telefunken.

Ya a comienzos del período comprendido entre 1930 y 1940 tropezó cada vez con mayores dificultades la prosecución del acuerdo concertado entre la AEG, Siemens & Halske y su filial común. Cuando en el año 1903 se firmó el contrato fundamental entre ambas Empresas matrices, el objeto del referido contrato, o sea la telegrafía sin hilos, constituía un concepto bien perfilado y fácil de definir. Así continuó todavía durante un buen lapso de tiempo, hasta que la aparición de la «radio» trajo consigo, después de la primera Guerra Mundial, ciertas complicaciones, las cuales pudieron vencerse, empero, en la forma ya anteriormente descrita. Sin embargo, cuanto más se esfumaba la multiplicidad de empleo de los cables y de las líneas aéreas con frecuencias portadoras moduladas o — lo que viene ser, al fin y a la postre, lo mismo — cuanto más se desvanecían los límites entre el tráfico alámbrico y el inalámbrico, debido a utilizarse las líneas de alta tensión de las fábricas de electricidad para la transmisión de noticias de acuerdo con idéntico procedimiento, tanto más a menudo se producían fricciones. El desenvolvimiento de la técnica de transmisiones daba muchas veces lugar a que una noticia pasase primeramente por una línea aérea o por un cable, para transmitirse después inalámbricamente desde un punto determinado al usuario sin emplazamiento fijo: vehículo terrestre, buque o avión. También por otros motivos se operaban, cada vez con mayor frecuencia, tales cambios en el procedimiento de transmisión, como sucedió, por ejemplo, con motivo del contrato griego de concesión, para unir el continente con las islas; aunque en ese caso no podían discutir dos copartícipes el punto de transición de sus respectivas jurisdicciones. En vista de que Siemens & Halske, como una de las Empresas más destacadas en el servicio mundial de telecomunicación, sufría cada vez más por razón de tales dificultades, ignoradas por sus grandes competidores, y puesto que ya no podía respetar obligadamente el límite marcado hacía unos treinta años en sus ideas evolutivas, en ella más que en nadie se acentuó el deseo de llevar a cabo una revisión a fondo del contrato Telefunken. A esto vino a agregarse que cada vez resultaba más impracticable el propósito, perseguido por ambas Casas matrices al crearse Telefunken, de limitar la filial a la labor

de desarrollo y a las ventas, reservándose aquéllas la fabricación. De los laboratorios de Telefunken surgieron necesariamente talleres experimentales, y de éstos, fábricas, y ello no sólo en Berlín, sino también en otras ciudades alemanas. Por último, la fábrica de lámparas de la Osram pasó, asimismo, a poder de Telefunken. En el año 1938, Siemens & Halske se dirigió a la AEG para explicarle que ya no podía soportar por más tiempo la situación existente con Telefunken y que deseaba una modificación fundamental. Se entablaron negociaciones, prolongadas durante más de tres años, toda vez que las proposiciones, hechas en un principio por Siemens & Halske, de repartir el capital de Telefunken entre las dos Casas matrices, resultaron realmente impracticables. Por último, se convino en que la casa Telefunken pasaría, en su totalidad, a poder de la AEG. En contrapartida, cedió Telefunken a Siemens & Halske, a cargo de la AEG, la mitad de sus participaciones en ciertas Empresas nacionales y extranjeras de comunicaciones inalámbricas, todo el capital de la Deutsche Grammophon G.m.b.H. y su participación en la Klangfilm G.m.b.H., mientras que la AEG traspasó a Siemens & Halske su participación en la empresa Vereinigte Eisenbahn-Signalwerke G.m.b.H., su parte comercial en la Klangfilm y su paquete de acciones de Bergmann Elektrizitätswerke. El resto del precio de compra, pendiente de liquidacion, fué abonado al contado. De esta manera, Siemens & Halske se encontró ante el problema de montar una nueva fábrica de material de « radio », para la cual existían ya, ciertamente, los fundamentos científicos y de organización.

Un esencial elemento de construcción de la radiotecnia lo constituía la gran diversidad de modelos de válvulas electrónicas, y al realizar ya los preparativos encaminados a la creación de la nueva « factoría Wernerwerk para aparatos de radio », se tuvo la clara evidencia de que el desenvolvimiento y la fabricación de las válvulas habrían de constituir una de las tareas más importantes del nuevo establecimiento fabril. Por diversos motivos, pero, sobre todo, a fin de evitar la aglomeración cada vez mayor de personas en la Siemensstadt, se había previsto ya en Viena la creación de una fábrica especial de válvulas. Sin embargo, ello significaba la disolución de la antigua « Fábrica de válvulas Siemens », en la que se habían elaborado conjuntamente hasta entonces los mayores recipientes de rectificadores de corriente y las más pequeñas válvulas de « radio » para recepción. La palabra « conjuntamente » no ha de entenderse en su sentido estricto. La diversidad de los recipientes en cuanto a dimensiones, material de construcción y finalidad de empleo trajeron consigo, como es natural, un desdoblamiento en secciones especiales. Por aquel entonces, esto es, después de haberse constituído la fábrica de material de « radio », parecía indicado sacar consecuencias de ese proceso evolutivo, toda vez que podía sustentarse el criterio de que la primitiva fusión de todo el negocio de válvulas en una sola fábrica había surtido efecto y podía suspenderse sin perjuicio alguno. De esta manera, el desarrollo y la fabricación de las válvulas para fines de telecomunicación se le confió a la nueva factoría Wernerwerk para aparatos de « radio », dirigida por Juan Kerschbaum. Al resto de la antigua fábrica de válvulas Siemens se le dió el nuevo nombre de « Fábrica de rectificadores de corriente ». Su programa de fabricación abarcaba ahora los rectificadores de cristal por vapor de mercurio, construídos de vidrio extraduro, hasta 500 amperios y rectificadores metálicos también de vapor de mercurio, destinándose principalmente estos últimos a las elevadas intensidades de corriente. En un principio, se habían necesitado las bombas de aire para mantener el alto vacío. Más adelante, se llegó a fabricar, enteramente estanca a los gases, la entrada del ánodo, que, como es sabido, tiene que atravesar, aislada, la tapa del recipiente metálico. El ánodo de acero al cromo se hallaba con un anillo de vidrio intercalado dentro de un tubo metálico, soldado o estañado al referido recipiente. El « quid » consistía en unir el anillo de cristal al hierro, tanto por el interior como por el exterior. La necesaria resistencia a la rotura se lograba, manteniendo el cristal a presión, por efecto de la peculiaridad de su fabricación. Los recipientes metálicos con cátodos incandescentes, llenos de gas noble xenón, servían, según se indicó anteriormente, como especie de compuertas, a fin de permitir un paso de corriente en un instante exactamente definido, comunicando a la rejilla que envuelve al ánodo un determinado potencial. Se trataba de aparatos de distribución de una exactitud hasta entonces sin precedentes. Además de los rectificadores de óxido de cobre se trabajaba también, juntamente con la fábrica de aparatos de distribución, en un convertidor de contacto, en el cual, en vez de arco voltaico — el cual salta de un ánodo a otro en el rectificador — había de deslizarse sobre contactos fijos otro contacto metálico de fricción.

Una misión de especial importancia se le planteó a la fábrica de rectificadores cuando, teniendo en cuenta la nueva situación, tomó nuevamente cuerpo la idea propugnada hacía ya varios decenios por Thury en Ginebra y puesta reiteradas veces en ejecución, idea que consistía en utilizar corriente continua de alta tensión para transmitir grandes energías a largas distancias. De acuerdo con estos proyectos — seguidos, por cierto, casi al mismo tiempo en Suiza — había de producirse corriente trifásica, convirtiéndola, mediante transformadores y rectificadores, en corriente continua de alta tensión y pasándola en esta forma a la línea aérea. En el lugar de recepción se la volvía a convertir en co-

rriente trifásica. La ventaja con respecto a la transmisión de corriente trifásica, hasta entonces usual, consistía en que se economizaba uno de los tres conductores de la instalación trifásica y en que, bajo ciertas circunstancias, podían utilizarse también cables, ya que éstos, al desaparecer la corriente de desplazamiento en el dieléctrico, son capaces de soportar tensiones considerablemente más elevadas. Por otra parte, quedan descartadas las complicaciones a que da lugar toda línea de gran longitud, alimentada con corriente trifásica. Bien es verdad que, en cambio, se precisa recurrir a la transformación y conversión correspondientes de la corriente.

La Siemens-Schuckertwerke montó primeramente, con destino a las fábricas berlinesas de electricidad, una instalación experimental, mediante la que se transmitió, por una línea de 4,6 kilómetros de longitud, tendida entre las centrales eléctricas de Moabit y Charlottenburgo, una corriente continua de 100.000 voltios de tensión y una potencia de 10.000 a 15.000 Kw. Los favorables resultados obtenidos indujeron al Reich a construir una instalación experimental en gran escala, mediante la cual había de transmitirse a Berlín la energía de la mina de lignito Elbe, en la región de Anhalt. Los trabajos se distribuyeron entre AEG y Siemens-Schuckertwerke. Para la transmisión de la energía se utilizó un cable con conductores de aluminio, debiendo suministrar una tercera parte de su longitud cada una de las dos grandes Empresas y Felten & Guilleaume. Se trataba de transmitir 60.000 Kw. a una tensión de 440.000 voltios. Precisamente acababa de terminarse la instalación, cuando el desmoronamiento militar puso fin a la prosecución de los trabajos experimentales.

La necesidad de construir una fábrica especial para la producción de aparatos de «radio» coincidió temporalmente con una reorganización a fondo de la factoría Wernerwerk F (para telecomunicación), que hasta entonces seguía funcionando todavía bajo esta denominación. Como ya se indicó en el capítulo XXVIII, se había dividido en una serie cada vez mayor de talleres, que, como Empresa de fabricación, se hallaban sometidos a la dirección unificada de Gustavo Leifer, después de haberse retirado Hettler en el año 1929. Sin embargo, todo el conjunto seguía llamándose Wernerwerk F, junto a la cual se hallaba la factoría Wernerwerk M, mucho menor, pero realmente unificada. Parecía ahora haber llegado el momento de transformar en «factorías» las «secciones» que hasta aquel entonces se diferenciaban por la índole de su cometido, debiendo tenerse en cuenta la distinción entre factoría y fábrica: ésta es únicamente el lugar de fabricación, mientras que, por el contrario, aquélla supone un concepto más amplio, el cual, junto a la fabricación,

abarca el planteamiento de problemas, la labor de desarrollo y las ventas. Por consiguiente, la Wernerwerk F, hasta entonces existente, se transformó en una factoría para material telegráfico, material telefónico, amplificadores, «radiodifusión» y componentes, aparatos de «radio» y electroquímica, a lo cual venía todavía a agregarse la «Wernerwerk para técnica de medición», que todavía conservaba su nombre inalterado. Federico Lüschen, desde 1933 jefe de la Wernerwerk F, asumió, como vicepresidente de la Junta Directiva de Siemens & Halske, la Dirección general de este grupo, integrado por siete factorías. Los jefes de las factorías, pensando en su autonomía, seguramente no hubieran visto con agrado esta interpolación de otro miembro entre ellos y el presidente de la Junta Directiva — v. Buol —, si, en su respeto por la obra de Lüschen, universalmente reconocida, no hubiera mediado también una buena parte de sincera simpatía hacia su arrebatadora personalidad.

Aunque era incompleto el «bloqueo de Europa» por la flota británica, no por ello dejó de constituir un grave impedimento no sólo para las importaciones alemanas de primeras materias procedentes de ultramar, sino también con respecto a los embarques de productos acabados, oriundos de Alemania. Así, entre otros, se hallaba terminado en la factoría de dínamos uno de los cuatro generadores gigantes, encargados en 1938 con destino a la central eléctrica de Yalu, y el segundo se hallaba a punto de concluirse. Pero ¿cómo iban a llevarse a Corea?

Después de haber ocupado los alemanes la costa atlántica de Francia, zarpaban de allí buques aislados, forzando el bloqueo. Sólo a una extraña casualidad se debió que el primero de los dos generadores para Yalu pudiera emprender un buen día su transporte a bordo del «Osorno», motonave construída para la Hapag por los astilleros de Blohm & Voss. El accionamiento eléctrico de las hélices de esta motonave procedía de la misma fábrica de dínamos que el generador que iba a expedirse. El «Osorno» condujo sin novedad su carga al Japón, desde donde la «Fusi» se encargó de transportar dicho generador a Corea, montándolo allí. En el segundo viaje, el «Osorno» llevó una parte del estator del segundo generador, pero cuando emprendió su tercera salida con el resto, acabó como tantos otros buques mercantes de las naciones beligerantes, que por aquella época surcaban los nada apacibles mares. En vano esperó el rotor correspondiente en Burdeos la vuelta del «Osorno», rotor que también se perdió en las acciones bélicas que sobrevinieron posteriormente.

El derecho relativo al reparto de dividendos, promulgado en el año 1941, juntamente con el decreto de aplicación, impuso a las compañías anónimas alemanas que adaptasen su capital a la nueva situación, ya

que no estaba en relación alguna con las transacciones, debido a haberse «hinchado» las cifras consignadas en el balance. Siemens & Halske adquirió acciones de fundador por una cuantía de 6.090.000 RM, las acciones preferentes, con derecho a voto, a que anteriormente se hizo mención, por un valor de 6.500.000 RM, y, de las acciones preferentes sin voto, 4.501.000 RM, esto es, un capital social, en conjunto, de 17.091.000 RM con cargo a los fondos especiales de reserva, de forma que aun restaba un capital en acciones de fundador, que ascendía a 94,5 millones. De este capital se elevaron los primeros 6.650.000 RM a 19 millones con séxtuplo derecho a voto; los restantes 87.850.000 RM, con un solo derecho al mismo, a 251 millones, y los 45,5 millones restantes, sin derecho a voto, a 130 millones, de forma que la totalidad del capital social suponía 400 millones. Según se advierte, en todos los aumentos existe un factor numérico de 2,86, que es su contenido en «agua».

Entretanto, la guerra — hasta entonces victoriosa para Alemania — había tomado un sesgo decisivo, por el hecho de que el 22 de junio de 1941, Hitler invadió la Unión Soviética sin previo aviso y con un enorme alarde de fuerzas, violando así el tratado que había concertado escasamente dos años antes. Aun cuando las tropas rusas opusieron tenaz resistencia al avance alemán, a mediados de agosto de 1941 se aproximaba ya el frente al Dniéper, en la Ucrania meridional, y con ello también a la gran obra de ingeniería, situada en las inmediaciones de Saporozhje, acerca de cuyo origen ya se aludió al final del capítulo XXVI. Para el mando militar ruso era un hecho indiscutible que no podía caer en manos de los enemigos, sin ser previamente destruída. Por lo tanto, mandó cortocircuitar los generadores y los hizo funcionar con los reguladores de las turbinas completamente abiertos, mientras que, simultáneamente, se dejaba escapar el aceite de los cojinetes, pero, además, dispuso que se llevaran varios camiones cargados de explosivos a la galería de control, situada en la parte inferior del muro de contención, que, a unos 20 metros por debajo del nivel del embalse, conducía de una orilla a otra y cuya altura interior era de 3 metros y medio. El 18 de agosto se procedió a su voladura, llevándose consigo el tercio central de muro. Por su parte superior, cuya longitud era de casi 800 metros y a la vez servía de carretera, se movía en el instante de la explosión la apretujada masa de las tropas soviéticas en retirada, mezcladas con parte de la población civil fugitiva. Si se piensa que por el enorme boquete se abrió paso, en forma de inmensa ola, la masa de la corriente hasta entonces retenida, podrá tenerse, poco más o menos, una idea de la escena que se produjo.

La Administración alemana de los territorios ocupados del Este, que al siguiente año de guerra experimentaron una considerable expansión,

se hallaba interesada en poner lo más rápidamente posible al servicio del mando militar las vastas instalaciones industriales existentes en Dniépropetrovsk, Saporozhje, Voroshilovgrado, la cuenca minera de Krivoi Rog y la región del Donetz, pues todas ellas recibían la energía de la gran central hidroeléctrica. Esta fué la razón de que el Mando dispusiese, acto seguido, la reconstrucción del dique de contención. Si se tenía en cuenta que en erigirlo se habían invertido 4 años y medio, podían abrigarse serias dudas de si tendría objeto intentar la tarea, pues entre los peritos alemanes, que entendían en la cuestión, se exteriorizaron considerables discrepancias acerca del modo más adecuado de proceder a los trabajos de reconstrucción. Por último, Max Enzweiler, jefe de la Siemens-Bauunion, quien, durante la creación original, había actuado como asesor de obras del Gobierno soviético, logró que prevaleciesen sus proposiciones, y prometió su terminación a fines de octubre de 1942. Bajo la dirección de la Siemens-Bauunion se creó un grupo de trabajo, integrado por Empresas constructoras alemanas, el cual consiguió efectivamente reconstruirlo, siguiendo los planes de Enzweiler, en 14 meses, contados desde el día en que se produjo la voladura. Ello constituyó algo verdaderamente importante, teniendo en cuenta las dificultades que se oponían a su realización. Las instalaciones eléctricas de la central las reparó la AEG.

Sin embargo, esta obra de ingeniería sólo estuvo un año en servicio, porque el muro de contención fué volado por segunda vez, si bien entonces fueron los alemanes quienes lo realizaron, al verse precisados a retirarse ante el avance ruso. Construcción, voladura, reconstrucción, nueva voladura: de esta manera, el maridaje de la Técnica con la Guerra se revela como un completo desvarío.

La expansión de la guerra, secuela de la campaña rusa, se reflejó en una creciente falta del elemento humano en la producción germana. De una parte, los reemplazos de las Wehrmacht planteaban exigencias cada vez mayores. Mientras que las pérdidas en las campañas realizadas hasta entonces — comparadas con los éxitos alcanzados — habían sido exiguas, fueron seriamente en aumento desde el instante en que hubo que enfrentarse con los rusos. Para ello se hizo preciso organizar un gran número de nuevas formaciones, puesto que el 11 de diciembre de 1941, pocos días después del golpe de mano japonés a la flota norteamericana del Pacífico en Pearl Harbour, la contienda se había convertido en un segundo conflicto mundial, al declarar Alemania la guerra a los Estados Unidos. Por otra parte, se llevaba mano de obra alemana, cada vez en mayor número, a los territorios ocupados, con el fin de poner en marcha o de intensificar la producción en dichos lugares. En el Este se trataba del

aprovechamiento agrícola de inmensas superficies de tierras, en parte muy fértiles, pero también de la explotación de grandes yacimientos carboníferos y de minerales. En los territorios del Oeste tratábase del funcionamiento de fábricas de toda índole, y aun cuando el trabajo corriente podía llevarse a cabo por la mano de obra del país, la Dirección hubo de encomendarse en muchos casos a técnicos alemanes. Como al desguarnecer así la economía alemana — con inclusión de la agricultura — se exigía simultáneamente de la misma una producción cada vez más intensa, la procuración de manos y cerebros adicionales llegó a constituir un problema de primer orden.

Al igual que en otros países beligerantes, también en Alemania se había recurrido, por de pronto, al empleo de mujeres, siguiendo las experiencias recogidas en la primera Guerra Mundial. Se implantó para ellas un servicio obligatorio de trabajo, en tanto no quedasen eximidas de ello para atender a sus hijos pequeños o bien por razón de su avanzada edad. En la casa Siemens, la mayoría de estas mujeres llenaba las naves de las fábricas, en donde ya hacía unos 50 años habían sido utilizadas al aumentar la mecanización de la fabricación de piezas y del montaje. Una pequeña parte pasó también a prestar servicio en las oficinas. Sin embargo, de no ocuparse en una tarea propia de escribientes, los trabajos que ellas desempeñaban eran de índole comercial y administrativa en las categorías inferiores. La labor de ingeniería, propiamente dicha, no era desempeñada por mujeres.

Cuando en los últimos años que precedieron a la guerra, trajo consigo el rearme que escasease cada vez más no sólo el material, sino también el elemento humano, ello se reflejó especialmente en las nuevas generaciones del personal de ingenieros. Los jóvenes tenían ya colocaciones aseguradas antes de haber concluído sus estudios, y la competencia de las Empresas por las nuevas promociones técnicas acusó extraños y no precisamente halagüeños resultados. En la casa Siemens se planteó, por tanto, la cuestión de si para una serie de trabajos técnicos en oficinas y laboratorios no podrían utilizarse también las mujeres.

Como no había técnicos femeninos, hubo que echar mano de los recursos propios. De entre las alumnas diplomadas en las escuelas superiores se seleccionaron aquellas que, de buen grado, se prestaron a realizar la experiencia y que, de acuerdo con sus certificados de estudios, parecían reunir las condiciones necesarias. Se las retribuyó con arreglo a la tarifa de empleados y se instalaron para ellas verdaderas escuelas en la Siemensstadt y en ciertas sucursales del exterior, en donde durante un curso de dos años, con ingenieros de la Empresa en calidad de profesores, hubieron de aprender aproximadamente lo que se enseña en las escuelas

superiores durante los cuatro primeros semestres, hasta llegar al examen eliminatorio para la obtención del diploma. Con el fin de lograr tal objetivo, fué menester trabajar intensamente. A las muchachas se les hizo trabajar de firme. Como los primeros resultados sirvieron de estímulo para realizar nuevos ensayos, hubo de ampliarse el sistema. En el año 1943 había en diez escuelas unas 250 alumnas. En total, pasaron por aquellos centros docentes alrededor de 500 «ayudantas electrotécnicas» — así se las llamaba —, sin que, por cierto, las que ingresaron posteriormente llegaran a concluir sus estudios, pues, a partir del otoño de 1944, los acontecimientos bélicos impidieron prácticamente que siguieran funcionando las escuelas.

Considerado en conjunto, pudo estimarse el ensayo como algo logrado. Según expresa la denominación de ayudanta, se había pensado que sus actividades tuvieran carácter auxiliar. Su misión debería consistir en aliviar la labor rutinaria de los ingenieros que, desde hacía tiempo, trabajaban de un modo independiente en el laboratorio, en la zona de pruebas, en la oficina de obras y en la de proyectos. El juicio unánime coincidía en que se habían acreditado en la consecución de tales fines, pudiendo decirse especialmente en honor suyo que en las largas series de ensayo y en su valoración, en cálculos complicados — por ejemplo, en las operaciones de evaluar y registrar el campo de una lente electrónica y en rompecabezas análogos — pusieron de manifiesto más tesón y una eficacia mayor que los hombres.

Sin embargo, con el trabajo femenino no se llenaron, ni con mucho, los huecos cada vez mayores que iban produciéndose, como tampoco mediante los numerosos prisioneros de guerra que llegaron del Este en grandes grupos, singularmente a partir de mediados del año 1941. Por esta razón, el Gobierno alemán había comenzado a enrolar, con bastante antelación, mano de obra «voluntaria» en los territorios ocupados. Las malas condiciones de vida, existentes en la mayor parte de los países conquistados, pueden haber sido, realmente, la causa de que no faltara quien concibiese la esperanza de que en Alemania hallaría una situación más favorable. Pero como el número de tales voluntarios no era suficiente, la presión que se ejerció sobre otras personas se acentuó cada vez más, y, cuando a fines de 1942, uno de los «Gauleiter» de Hitler, con buen número de años de servicio, fué nombrado «Delegado general para la movilización del trabajo», les sirvió esto de señal a los sátrapas que operaban en los territorios ocupados del Este, para «arramblar», sin miramiento alguno, con todos los hombres y mujeres útiles a tal fin y enviarlos a Alemania, siendo instalados junto a los grandes establecimientos industriales en campamentos especiales de barracones. También

en Siemensstadt surgieron estos campamentos de diversas nacionalidades, a los cuales también vino a agregarse posteriormente otro de italianos. En la casa Siemens se trató de aliviar, en lo posible, la situación y el trabajo de tales colaboradores que no se habían pedido, y a todos los que tenían que ver con ellos se les exhortó a reflexionar que estos extranjeros, una vez reintegrados a sus patrias respectivas, debían llevar un buen recuerdo de la Empresa, para que lo proclamasen así. Por eso ocurrió que entre el personal alemán de inspección y los extranjeros se creara, a poco, una situación francamente tolerable, elogiando los maestros, de modo unánime, la buena voluntad y la destreza, sobre todo, de los «trabajadores del Este». No obstante, si un observador imparcial viese salir de los portones de la fábrica, cuando concluía la jornada, a esas masas grises de hombres y mujeres de extraño aspecto, encaminándose a sus campamentos de barracones situados al borde de la Jungfernheide, tendría forzosamente que invadirle la triste sensación de que estas fábricas, un día construídas como lugares de trabajo para alemanes libres, estuviesen ahora pobladas por esclavos extranjeros, llenos de nostalgia hacia su rústico terruño patrio, aunque seguramente tampoco allí habrían recibido un trato muy deferente.

Sin embargo, además de los prisioneros de guerra y de los extranjeros, existía un tercer grupo de personas que trabajaba a la fuerza en las fábricas: los judíos. Desde noviembre de 1938 se había privado enteramente a los hebreos de sus derechos civiles. Humillados y acosados como si se hallasen al margen de la Ley, tuvieron, a partir del otoño de 1941, que llevar sobre el pecho una estrella amarilla, la marca del proscrito. Finalmente, comenzaron a ser deportados al Este, siempre que no se hallasen dispuestos a trabajar en las grandes fábricas, las cuales habían de organizar «secciones especiales para judíos». Por lo tanto, también en Siemensstadt fué necesario crear varias secciones de esta índole, para cuyo funcionamiento, como también para la ocupación laboral de extranjeros y prisioneros de guerra, existían amplias disposiciones oficiales, que regulaban toda clase de pormenores. No obstante, en la casa Siemens se hizo todo lo posible por aliviar el destino de estos desdichados, desacatando las prescripciones oficiales hasta tal punto, que las personas, a las cuales incumbía tamaña responsabilidad, hubieron de afrontar más de una vez serios peligros.

Cuando después de la guerra se juzgó al régimen nacionalsocialista y se encausó a todos aquellos en los que recaía la más leve sospecha de haberle favorecido en cualquier modo, cuando todos los elementos directivos fueron, de pronto, separados de sus cargos y hubieron de justificar su conducta ante comisiones de investigación y de desnacificación, una

persona que participó en un juicio público de esta naturaleza y cuya prueba testifical se rodeó de gran aparato, prestó la declaración siguiente:

«En relación con su pregunta acerca de lo que sé de la actitud personal del señor X frente al problema judío, creo poder citar, como algo especialmente significativo, las conversaciones sostenidas con una prima mía, con quien mantuve cordialísimas relaciones, la señora Käthe Zadeck, nacida Hirsch. Estaba empleada como obrera en una de las fábricas Siemens. Ocurría por aquel entonces que, cuando uno coincidía con judíos, el tema principal residía en saber cómo eran tratados en las Empresas. Algunas casas los hacían trabajar despiadadamente. Me ofrecí a mi prima para el caso de que, si tenía quejas, acudiera a mí. Ella lo rechazó, diciéndome: «no puedo estar mejor de lo que estoy en la casa Siemens. El sueldo es malo, pero la Empresa no tiene la culpa». Percibía un salario de obrera especializada, pero, entre los impuestos y las obligaciones sociales de los judíos, se le iba casi la mitad. A pesar del largo recorrido desde Nikolassee, que tenía que hacer de pie — porque a los judíos que llevaban estrella no se les permitía sentarse en el tren — y no obstante la larga jornada de trabajo que se le imponía, decía que mejor no podía pasarlo. Tener ocupación en la casa Siemens, decía, era el premio gordo de los judíos. Ya no puede atestiguarlo por sí misma, porque fué deportada, ignorándose actualmente su paradero».

Durante los primeros años de la guerra trabajaban, en total, en la casa Siemens unos 2.000 judíos, y la Empresa, así como el personal israelita, habían creído que tal situación persistiría hasta el fin de la conflagración. Pero a fines de enero de 1943, la Gestapo comenzó a sacar a los judíos de las Empresas berlinesas y a trasladarlos a otros lugares. En las Juntas Directivas de Siemens causó estupor tal medida, pues se sabía lo que ello significaba para las víctimas. Un miembro de la Junta Directiva se encaminó a la «boca del lobo», en este caso un «Obersturmbannführer» de la S.S. y, exponiendo apremiantes objeciones, para lo cual hizo ver que esto traería consigo un desmoronamiento de la producción de importantes suministros bélicos, logró que los productores judíos se quedasen, de momento, en la Empresa. Fué un respiro para ellos, pero sólo por breve tiempo. Cuatro semanas más tarde apareció una mañana, a poco de haberse iniciado el trabajo, una columna de camiones ante las fábricas: la policía sacó de ellas a los judíos, los obligó a montar en los vehículos y, antes de que hubiese tiempo de poder hacer gestión alguna con objeto de parar este golpe de fuerza, habían desaparecido los camiones con las víctimas. Jamás se volvió a saber de ellos.

El 25 de octubre de 1942, el VIII Ejército británico dió comienzo a la batalla de El Alamein. El 8 de noviembre desembarcaban tropas norte-

americanas en Argelia y en Marruecos, y el 19 de noviembre se produjo sobre Kletskaya, en el Don, la rotura de las líneas alemanas por los rusos, embolsando al VI Ejército en Stalingrado. Estas tres fechas, tan próximas, caracterizan la peripecia de la guerra. Desde el punto de vista militar, Alemania no hizo desde entonces más que retroceder.

Al mismo tiempo era evidente que las Empresas e instalaciones de importancia vital para el rearme, situadas en los territorios dominados por los alemanes, no podían defenderse ya eficazmente contra los ataques aéreos. Las dimensiones, la capacidad de carga y el potencial defensivo de los bombardeos se acrecentaban grandemente con cada nuevo modelo y, en lugar de buscar blancos aislados, jalonaban para una formación una determinada zona, «tapizándola» materialmente con bombas y destruyendo todo cuanto abarcaba. Esta nueva táctica fué aplicada por primera vez, en la primavera de 1942, con espantoso éxito sobre ciudades alemanas, y su desarrollo durante el invierno de 1942—43 alcanzó un efecto decisivo para la guerra.

De las tres Armas — el Ejército, la Marina y la Aviación —, cada una de ellas contaba ya durante el período del rearme con su jerarquía máxima en el orden administrativo, la cual asumía también la responsabilidad en cuanto al ulterior desenvolvimiento de la técnica militar, así como a la adquisición de armas y material de su sector de mando. Ahora bien; el Ministerio del Aire del Reich se había caracterizado siempre por una megalomanía, que incluso hubo de llamar la atención durante el Tercer Reich. Esta mentalidad, así como los éxitos iniciales de la Luftwaffe, deslumbraron a los elementos responsables en orden a los peligros que forzosamente tenían que derivarse de la incesante labor de las potencias aliadas para acrecentar la fuerza combativa de sus formaciones aéreas, incorporando a tiempo la técnica y la productividad norteamericanas. Así, pues, se descuidó el desenvolvimiento de la defensa, que sólo es viable realizar eficazmente desde el aire, empleando aviones de caza. Cuando, por fin, se percataron de toda la magnitud del desastre que se venía encima, era ya demasiado tarde.

Con el fin de equilibrar las exigencias que las tres Armas planteaban a la economía y aprovechar en lo posible, merced a una acertada distribución, la capacidad de rendimiento de las fábricas existentes o de las que habían de montarse, se había creado, ya al comenzar el primer invierno de guerra, un «Ministerio de Armamento y Municiones del Reich». Cuando su primer jefe, Todt, pereció dos años más tarde en accidente, le sucedió Speer, convirtiéndose así en un decisivo factor para la ulterior organización de la industria. Bajo el imperativo de tener que forzar la producción no sólo del material bélico propiamente

dicho, sino también de todas aquellas cosas relacionadas de algún modo con la conducción de la guerra — y a las que correspondía, en resumidas cuentas, todo motor eléctrico e incluso cada botón de los pantalones —, el Ministerio regido por Speer trató de compensar, en lo posible, las divergencias que, en el transcurso del tiempo, se habían producido entre las distintas fábricas por cuestión de patentes, secretos de fabricación, modelos y experiencias.

Para este fin se crearon en las distintas ramas de la industria las denominadas comisiones principales, bajo las cuales, las agrupaciones y comisiones distribuían, a su vez, el trabajo con arreglo a grupos de fabricación o a determinados productos. La Comisión principal de Electrotecnia agrupaba, en lo esencial, el sector de producción del grupo económico Industria eléctrica, y, comoquiera que Lüschen dirigía este grupo desde 1942, se manifestó dispuesto, a instancias del Ministerio de Armamento, a asumir la dirección de la Comisión principal de Electrotecnia.

Hasta que se iniciaron las actividades bélicas, Lüschen, al igual que la mayoría de sus colegas, había adoptado una escéptica actitud frente al Nacionalsocialismo, evitando hasta entonces afiliarse al Partido por razón de oportunismo, pero a comienzos de la guerra había perdido a su hijo único, por el que sentía especial cariño. En su dolor se mezclaba la sensación de que el sacrificio de toda esta juventud caída no debía ser infructuoso y que, de momento, lo que interesaba era lograr la victoria. Después, ya se le ajustarían las cuentas a Hitler y a sus secuaces. Embargado por estos sentimientos se lanzó a la nueva tarea y, llevado de su naturaleza inmensamente vital y ansiosa de actividad, agotó por completo sus fuerzas en el cumplimiento de este servicio.

Los daños causados por la aviación enemiga en las instalaciones industriales de Alemania adquirieron cada vez mayores proporciones en el transcurso del año 1943. Los esfuerzos tendían, por de pronto, a subsanarlos lo más rápidamente posible, movilizando para ello todos los medios disponibles en hombres y en material, pero, pese a esto, la producción de las fábricas bombardeadas quedaba paralizada transitoriamente por más o menos tiempo. Además, las reparaciones exigían esfuerzos casi siempre considerables, con lo que se debilitaban otras actividades y, finalmente, hubo que contar con que la instalación reconstruída, volvería a ser destrozada. A menudo se tenía la impresión de que los adversarios respetaban las Empresas atacadas como, por ejemplo, de producción de gasolina, hasta que, de acuerdo con sus cálculos, auxiliados por un buen servicio de información, las laboriosas hormigas hubieran culminado los trabajos de reconstrucción, asestando luego un nuevo y contundente golpe. En tales circunstancias, el

intento de mantener a flote la producción alemana se asemejaba a aquella labor de Sísifo, de que nos hablan las antiguas leyendas.

Se recurrió entonces a la «evasión», desplazando para ello partes importantes de los establecimientos amenazados a zonas apartadas de las grandes ciudades y de los nudos de comunicaciones. Por último, se llegó hasta a construir, en terrenos apropiados, enormes galerías subterráneas o a utilizar como refugios incluso minas abandonadas, sobre todo, las de potasa. No cabía duda de que tales medidas eran insuficientes. La ordenada explotación de una fábrica exige el trabajo concatenado de todos los grupos que participan en la producción. Si se lleva a cabo una producción parcial en Turingia, otra en Westfalia y el montaje se realiza en Berlín, acrecentándose entonces enormemente el tráfico de mercancías, hombres y mensajes en todos los caminos y quedando todo ello perturbado por la creciente amenaza aérea, se puede imaginar de un modo aproximado las consecuencias a que esto da lugar. Todavía antes de haber hollado el primer soldado enemigo el territorio del Reich, su producción de guerra había quedado enteramente desorganizada por el arma aérea aliada.

Hasta el invierno de 1943—1944, la Siemensstadt no había sido objeto de graves ataques aéreos, pero más tarde, especialmente a causa de una incursión nocturna realizada en febrero de 1944, se produjeron considerables destrozos en la fábrica de blocs, en la de dinamos, en la de motores eléctricos, en la de material pequeño y en las edificaciones bajas de la fábrica de aparatos de distribución. Durante la primavera y el verano de 1944 se puso decidido empeño en reparar una gran parte de los daños, pero en el invierno de 1944—1945 surgieron nuevas destrucciones, debido a las cuales quedó casi fuera de combate la factoría «Wernerwerk para Técnica de medición». Asimismo, los talleres de la «Wernerwerk para *radio* y sus accesorios» apenas si fueron utilizables. Pese a todo ello, en Siemensstadt no resultó tan grave la cosa como a menudo se había temido. Los talleres de Nuremberg de la Siemens-Schuckertwerke habían sufrido relativamente más. Hacia finales de la guerra y por efecto de un bombardeo aéreo, efectuado sobre Nuremberg el 2 de enero de 1945, quedaron tan maltrechos, que, sólo tras muchos meses de descombro, pudo reanudarse provisionalmente una producción en modesta escala. Cuando, después de terminada la contienda, se intentó adquirir una idea acerca de la situación general de la Casa, se calcularon en 700 millones de Reichsmark las pérdidas ocasionadas por destrucciones de guerra, bajo las cuales han de entenderse, en primer lugar, las producidas por ataques aéreos.

Siguiendo la corriente general de los tiempos, también en la casa Siemens se trató, como es natural, de buscar remedio, recurriendo para ello a los «desplazamientos». Constantemente había alguien en camino con el deliberado objeto de descubrir fábricas vacías de productos textiles en pequeñas ciudades, antiguos establecimientos de productos alimenticios en comarcas rurales o bien solitarios castillos, los cuales eran especialmente preferidos para instalar laboratorios en ellos. El número de tales establecimientos desplazados llegó, finalmente, a contarse por centenares. Si por aquel entonces se hubiese pedido a cualquiera de los que llevaban las riendas de la Dirección, que refiriese de memoria en dónde radicaban tales Empresas filiales, se le hubiera planteado un problema insoluble. En los últimos meses de guerra no dejaron de producirse incidentes, que, aun con todo lo seria que era la situación, rayaban en lo cómico. Así, fué trasladada a Pirna, en Sajonia, la producción de condensadores de alta tensión que, hasta entonces, se venía realizando en la fábrica de dinamos de Siemensstadt y que, debido al grave ataque aéreo del 15 de febrero de 1944, había quedado desarticulada. Cuando, después de un año de ímprobos trabajos, se había logrado, por fin, reanudar la producción, entraron allí los rusos. Por otra parte, en la fábrica de instrumentos de aviación de Hakenfelde se había decidido desplazar la construcción de los llamados dispositivos de mando para los cazas a una mina de sal gema, situada en las inmediaciones de Helmstedt, para cuyo fin se realizaron las oportunas obras de ampliación. Cuando llegaron a Helmstedt los vagones con las máquinas herramientas e instalaciones procedentes de Hakenfelde, atravesaban precisamente el río Weser los tanques norteamericanos. Éstos habían llegado a Helmstedt antes de que se hubiese tenido tiempo de desembalar el referido material.

Desde el desembarco de los aliados en Normandía y la rotura del sector central del frente del Este por parte de los rusos, todo lo que en Alemania aconteció en el terreno militar y en el económico no fué otra cosa que una lucha absurda, la cual se parecía más bien a las convulsiones de un moribundo. Al Ministerio de Aviación del Reich — que ya desde hacía algún tiempo había sido objeto de las más violentas críticas por parte del Alto Mando — se le privó de las atribuciones relativas al desarrollo de armas y material de aviación. A partir de entonces habría de asumirlo el Ministerio regido por Speer. Querían cambiarse ahora los caballos en las impetuosas aguas del torrente. Precisamente por este ejemplo se tuvo en la casa Siemens una idea de cómo iban las cosas en la nación. Bajo la presión de las comisiones y de los consorcios se establecieron programas de fabricación para los aparatos destinados a la aviación de caza, lo cual únicamente podía llevarse a cabo, postergando el cumplimiento de otras tareas igualmente apremiantes. Sin embargo, los instrumentos así

obtenidos no pudieron montarse ya, toda vez que las casas constructoras de aviones, cuyos centros de fabricación habían sido destrozados, y las cuales pretendían inútilmente proseguir su producción en fábricas situadas en los bosques o en instalaciones subterráneas, no podían suministrar la cantidad correspondiente de células de aviones. Si, a duras penas, se montaba un determinado número de éstos, se carecía de motores, y si, por fin, se conseguía un avión completo, era la gasolina la que faltaba entonces.

Con esta última fase de la guerra coincide también la aplicación, por Alemania, de una nueva arma, de la cual los recalcitrantes optimistas todavía esperaban que los acontecimientos tomasen un sesgo decisivo. Ello se menciona por el hecho de que en la estructuración y en el suministro de su complicada instalación eléctrica participaba, asimismo, la casa Siemens a través de la SAM. Tratábase del proyectil cohete, cuya evolución se llevó a cabo bajo la designación de tipo A 4. Los comienzos de estos trabajos databan ya de la época anterior a la guerra, cuando la Oficina de Armamentos del Ejército, a instancias de círculos interesados en la Astronáutica, creó una estación experimental de cohetes en Peenemünde, Usedom, cuyos trabajos fueron impulsados con máxima celeridad en el transcurso de la guerra. El cohete finalmente obtenido era un cuerpo de unos 14 metros y medio de largo, en forma de torpedo, y su diámetro alcanzaba casi dos metros. En la ojiva llevaba una carga explosiva de alrededor de 1.000 kilos de peso, yendo accionado por combustión de alcohol sobrecalentado en oxígeno puro, con lo cual los gases de escape alcanzaban una temperatura de casi 2.000 ° y producían una reacción de unos 25.000 kilogramos. Al despegar, esta presión elevaba al cohete primeramente en dirección vertical. Después, los dispositivos automáticos hacían virar poco a poco los timones que se hallaban en la cola, hasta que el cohete se encontraba en el plano de la trayectoria deseada y a un ángulo de 45 ° respecto de la horizontal. Conseguida una determinada velocidad, la cual dependía del alcance de tiro, se interrumpía el proceso de combustión, y el proyectil seguía volando por una trayectoria parabólica. En el modelo empleado, se logró una altura máxima de unos 75 kilómetros y un alcance de 250 a 300 kilómetros.

En el interior del cohete se hallaban instalados algunos de los complicados dispositivos eléctricos para la estabilización de la trayectoria del proyectil, que corregían cualquier desviación de la posición deseada del mismo, desconectaban el proceso impulsor de combustión a la «velocidad inicial» correspondiente al alcance de tiro, así como observaban y medían la trayectoria de vuelo. El resto de los mismos se encontraba en el lugar de lanzamiento, estableciéndose la comunicación con el cohete

mediante ondas ultracortas. La precisión de puntería así lograda era satisfactoria, atendiendo al gran alcance de tiro, siempre que no se produjesen averías en tan complicadísimo mecanismo. Sin embargo, el tiempo resultaba demasiado breve para llevar a cabo una experimentación a fondo. La aplicación del ingenio de destrucción, cuya marcada finalidad estribaba en aterrorizar a la población civil del país enemigo, significó un acto de desesperación, que no logró hacer variar ya el rumbo de los acontecimientos bélicos.

A mediados de febrero de 1945 pudo vislumbrarse que los ejércitos enemigos, que avanzaban desde el Este y desde el Oeste, se encontrarían con toda probabilidad en Berlín. En el mundo se hablaba públicamente de una carrera, cuya meta era la capital alemana, ya que se desconocían las estipulaciones de Yalta, contrarias a tal propósito. En los últimos meses de su vida y, en parte, debido al abuso de drogas, Hitler se había ido deshaciendo tanto física como psíquicamente. En tal estado de ánimo adoptó la decisión de no ir a Berchtesgaden, como en un principio había proyectado, sino de quedarse en Berlín y, desde el profundo fortín de la Cancillería del Reich, hacer sucumbir heroicamente al pueblo alemán, representado por la población berlinesa. No era ésta una grata perspectiva para los elementos responsables de la casa Siemens, quienes tenían que pensar acerca de lo que había de hacerse, en tal caso, con los establecimientos y el personal a su cargo.

Las deliberaciones entabladas en el seno del Consejo de Administración y de la Junta Directiva condujeron a la decisión de dividir en tres grupos los establecimientos de la Siemens-Schuckertwerke, situados fuera de Berlín: el grupo «West» — a este respecto se pensaba principalmente en la factoría de Mülheim y en las importantes sucursales de Alemania occidental — quedaría a las órdenes de Federico Bauer, jefe de la Sección de Centrales. Los grupos «Sur y Centro» y «Sudeste», con el núcleo del grupo fabril de Nuremberg, lo estarían bajo la dirección de Scharowsky, quien, por lo demás, había de considerarse, para todo el sector radicado fuera de Berlín, como «primus inter pares». Para Siemens & Halske sólo se constituyó un grupo exterior con sede en Munich y cuya jefatura se encomendó a Ernesto v. Siemens. «El señor Director Ernesto v. Siemens queda encargado de salvaguardar fiduciariamente la totalidad de los intereses de la Casa, incluyendo los de las Sociedades filiales», se decía en una circular fechada el 19 de febrero de 1945, mediante la cual se dieron a conocer estas modificaciones. Los restantes miembros de la Junta Directiva permanecieron en Berlín, decididos a compartir la suerte reservada a sus fábricas y a su personal.

Posteriormente se ha venido exteriorizando la opinión de que, en tal

caso, la precaución hubiera sido el mejor exponente de la valentía. Sin embargo, no podía, de una parte, preverse el inhumano trato que el vencedor daría a seres indefensos. Además, la mayoría de ellos vivía con la sensación de que su deber consistía sencillamente en permanecer en el puesto que el Destino les había confiado, aun cuando la ponderación desapasionada del caso tal vez hubiera aconsejado la adopción de una distinta actitud.

En el transcurso de la guerra y a medida que iba acrecentándose el peligro aéreo, se había organizado obligatoriamente, dentro de la economía industrial alemana, la denominada Defensa antiaérea fabril, a la cual quedaba forzosamente incorporado todo el personal de una Empresa. Los equipos así formados alternaban en el servicio de alarma, que habría de prestarse tanto de noche como durante los domingos. Cuando no hubo más remedio que contar con la posibilidad de que Berlín se convirtiese en campo de batalla, se dispuso que en las Empresas se organizaran grupos de urgencia para la defensa antiaérea, pues si se luchaba en las proximidades de la Empresa, se hallaba ésta especialmente expuesta al peligro de incendio, y como, de todos modos, la Empresa no podía trabajar, era necesario que en ella quedase constantemente « acuartelado » un equipo de urgencia, lo suficientemente grande para protegerla en la medida de lo posible. Como las tropas rusas, procedentes del Norte y del Este, se habían ido aproximando, a mediados de abril, a la periferia de la ciudad, se dió orden el 20 de abril a los equipos de urgencia, estacionados en la Siemensstadt, de que dos días más tarde, o sea el domingo, ocupasen sus puestos. Ese viernes fué la última jornada de trabajo de la guerra. Se abonaron los salarios y sueldos e incluso anticipos, hasta donde llegaron las disponibilidades existentes en Caja.

El 23 de abril, los rusos, procedentes de Tegel y Reinickendorf, habían avanzado hasta el canal navegable de Berlín a Spandau, situado al Norte de la Siemensstadt y a lo largo de la Jungfernheide. Frente a ellos había, en la margen meridional del canal, exiguas fuerzas alemanas. Puede decirse que toda la batalla de Berlín se caracterizó por una desesperanzada inferioridad numérica de la defensa. En Gartenfeld, extremo occidental del canal, hubo un grave conflicto entre el comandante alemán, allí destacado, y el director técnico de la fábrica de cables, quien, en interés de ésta, trató de evitar su utilización como punto de apoyo para la defensa, por lo cual fué detenido. En el transcurso del día siguiente avanzaron los rusos por el canal. Pronto hubo también que renunciar a la tentativa del « Volkssturm », cuyo propósito era contenerlos en la línea ferroviaria de Siemensstadt-Gartenfeld. Debido al fuego artillero sufrieron algún daño las edificaciones fabriles, pero los esporádicos incendios, a que ello dió lugar, pudieron ser extinguidos por los equipos de urgencia. En la tarde del 25 de abril, después de haberse retirado el Volkssturm, se abrieron paso por las calles de Siemensstadt los tanques y destacamentos rusos de infantería.

Los equipos de urgencia de las distintas factorías habían esperado que, al día siguiente, llegarían a los edificios de la fábrica oficiales responsables, para entregarse a éstos, pero, de momento, sólo aparecieron gentes que, por lo visto, iban en busca de soldados alemanes y de armas ocultas, si bien, en realidad, lo único que perseguían era el saqueo. Acerca de su primera aparición en el edificio administrativo figuran los siguientes datos en el diario de un miembro femenino del equipo sanitario de la Siemensstadt:

« Jueves, 26 de abril. A eso de las cuatro de la mañana oímos resonar a lo lejos, en el pasillo, las primeras voces rusas. Ya no hay nada que hacer. Ha sido una buena idea que ayer recibiéramos la orden de ponernos todos *monos* grises de mecánico. Las mujeres y las muchachas se ataron pañuelos oscuros a la cabeza. Encima de los *monos* grises llevábamos batas blancas. Las voces de los rusos van acercándose. El rumor de pasos lentos y pesados, acompañados de bruscos portazos, hace que nuestros nervios se crispen al máximo. La puerta se abre de un empujón. Dos jóvenes soldados rusos penetran vacilantes, temerosos. Sus miradas recorren el local malamente alumbrado; se fijan en las paredes, en los rincones. Luego se acercan a cada uno de nosotros, nos ponen la pistola al pecho y nos palpan los brazos en busca de relojes: ¡ Uri, Uri ! Como mi reloj de pulsera no funciona y tiene roto el cristal, me sueltan, con un movimiento de repulsa, y me dicen: *Uri kaputt . . .* »

Sin embargo, esto no fué más que el comienzo, por cierto relativamente inofensivo. En algunas otras fábricas no tardaron en producirse graves actos de violencia. El pillaje se llevó a cabo sin el menor miramiento. Quien no se pusiese en pie a la primera voz, era pasado por las armas. Hubo que esconder lo mejor posible a todas las mujeres que integraban los equipos de urgencia, para impedir lo irremediable. En algunos lugares de las fábricas aun existía comunicación telefónica con el mundo exterior, y mientras el personal esperaba la entrada de los rusos, tuvo que oír éste con espanto que sus mujeres e hijas, residentes en la Siemensstadt, quedaban sin protección alguna a merced de los apetitos de unas tropas, en las que ya no regían las más sencillas normas observadas con las mujeres — incluso en guerra — entre los pueblos civilizados. Algunas personas de la Empresa, previendo los acontecimientos que sobrevendrían, habían llevado a las fábricas, en los dos últimos días, a sus familias, confiando en que la presencia común ofrecería cierta protección a

sus deudos. Uno de ellos, impresionado por las escenas de terror, mató a su mujer, a su hijo y después se quitó la vida en la propia fábrica de aparatos de distribución. También en la barriada de viviendas de la Siemensstadt se produjeron varios suicidios. Una mujer envenenó a su hijo con Veronal y seguidamente tomó ella misma tan fatal resolución; un hombre se arrojó desde el campanario de la iglesia, al pie de la cual yacían dos muchachas jóvenes, violadas por los rusos y luego asesinadas. Otros echaron mano a las pistolas. En las calles seguían cayendo, de vez en cuando, proyectiles de artillería, porque más allá, al Este y al Sur, continuaban los combates. Entretanto, hubo que desalojar las viviendas de calles enteras, con el fin de hacer sitio para los alojamientos de las tropas. Los equipos de urgencia habrían de responder, como rehenes, de que no se disparase desde las casas de Siemensstadt. Además, varios de sus miembros, sobre todo los de mayor categoría, fueron detenidos, interrogados y, en parte, conducidos a Bernau, en donde se hallaba un campamento de prisioneros para tales casos.

La lucha de más de una semana en las calles de una ciudad de millones de habitantes — lucha sin precedentes en la historia moderna, y en la que intervinieron aviones de combate, tanques y artillería — había causado, como es natural, numerosas víctimas entre la población civil, y así tuvo la casa Siemens que lamentar también la pérdida de gran número de colaboradores. Uno de los primeros fué Guillermo Rabanus, director de la Wernerwerk para aparatos amplificadores, que antes de la entrada de los rusos en Siemensstadt, cuando se dirigía a casa después de terminado el servicio, fué muerto por un proyectil de artillería. Su colega Illig, jefe de la Sección de Electroquímica, sufrió casi simultáneamente el mismo destino, al estallar una bomba de aviación durante un viaje efectuado por el Sur de Alemania. Cuando los rusos invadieron los suburbios del Sudoeste de Berlín, que quizá para ellos tenían fama de albergar, sobre todo, a gentes que atraían poderosamente su atención, cometieron los más graves desmanes. En algunas calles de hotelitos incendiaron casa tras casa, implantándose el terror más desenfrenado. Con motivo de tales sucesos fué asesinado Max Moeller, quien desde 1943 regentaba la Wernerwerk para Técnica de medición. Más tarde se le encontró en su propio garaje, con un tiro en la nuca.

Gustavo Leifer, jefe de la Dirección General de las factorías Wernerwerk había presentido estas cosas y lo que todavía había de venir. Su obstinado temperamento no se amoldaba a exponerse a ello y, cuando los rusos penetraron en la Siemensstadt y vió destruída la obra de toda su vida, optó por suicidarse. Para Lüschen, en cambio, el desmoronamiento significaba el final de una evolución psíquica, iniciada a fines de año,

que le hacía ver ahora la muerte como expiación del trágico yerro cometido en los últimos años de su vida. Ya habían transcurrido unas seis semanas desde la conquista de Berlín y la situación parecía haberse normalizado en cierto modo. Un colaborador más joven, muy adicto a él, trató de salvarle. Había preparado un medio seguro de evasión al Oeste y le suplicó que lo utilizase, haciéndole presente: « Allí hay jueces; aquí, verdugos ». Pero Lüschen se negó a ello. Quería morir y su resolución la puso efectivamente en práctica.

Los citados casos de suicidio fueron sólo los pertenecientes a las máximas jerarquías. No puede citarse aquí, por sus nombres, toda una serie de otros casos de privación voluntaria de la vida. Tratábase casi siempre de empleados y, entre ellos, de apoderados y de otros que ocupaban cargos elevados, pero también había obreros. En algunos de ellos, que habían creído en el Nacionalsocialismo y en sus promesas, el terrible desmoronamiento de sus esperanzas pudo haber constituído el impulso para cometer tales actos de desesperación. Sin embargo, en la mayoría tal vez haya sido el espanto de lo que sucedió en torno suyo, lo que motivara la decisión de alejarse de una vida que no parecía ofrecerles más que horrores.

Entretanto, también había iniciado sus actividades la MWD. Era imposible saber desde qué puntos de vista se procedía a las detenciones. En los primeros tiempos, tal vez quedara ello, en gran modo, al arbitrio de los órganos ejecutivos. Poco después de haberse ocupado la Siemensstadt se detuvo, de entre los equipos de urgencia, a aquellas personas que, al parecer, habían asumido la responsabilidad del grupo respectivo. Algunas de esas personas volvieron al cabo de más o menos tiempo; de otras, jamás se volvió a saber nada. En las factorías se hicieron luego con las direcciones de los jefes, a quienes sacaron de sus viviendas. También en tales casos seguían un ritmo alternativo la detención, el interrogatorio (si es que se llegaba a él), la puesta en libertad (o bien lo contrario), la nueva detención etc.; todo ello en confusa sucesión. Otros eran detenidos durante los registros que se hacían en determinados barrios, o incluso en plena calle, reuniendo a la masa humana que por allí hubiere y cribándola después. De esta manera se apresó no sólo en Berlín, sino en toda la zona de ocupación soviética, a funcionarios de alta y mediana jerarquía, a jueces, profesores universitarios y de otros centros docentes, periodistas, elementos pertenecientes a las profesiones liberales, jefes de economía de todos los grados hasta el maestro de taller y, finalmente, a los funcionarios del partido nacionalsocialista. A todos ellos los llevaron a campos de concentración. Hacia fines del verano de 1945 se hallaban detenidas unas 300.000 personas en un total de 18 campos. Para los

procedentes de Berlín, el primer punto de destino era, generalmente, el campo de Ketschendorf, en las proximidades de Freienwalde. Más tarde, la mayoría fué trasladada a otros campos. Uno de ellos, singularmente grande, fué el de Landsberg del Warthe.

Las condiciones de alojamiento, la manutención y el trato en los campos de concentración era de tal índole, que una gran parte de los internados sucumbió por agotamiento y por las inevitables epidemias. De entre el círculo Siemens — por desgracia, bastante cuantioso — que sufrió este destino, el representante más destacado fué Rodolfo Bingel. Aquellos hombres, la mayor parte ya de edad madura, que se vieron lanzados repentinamente de una existencia exteriormente ordenada a las condiciones más primitivas de vida, propias de calmucos y de tártaros, no eran físicamente aptos para poder soportar tal situación. A ello vino a agregarse el inmenso peligro moral que trae consigo la inactividad de una existencia gregaria en degradantes condiciones. Cierto porcentaje de los detenidos en este campo se sumió sencillamente en un estúpido ensimismamiento. En otros despertaron los malos instintos, que los impulsaban a no mirar más que su propia salvación, costara lo que costase, al igual que aquel que, al hundirse el barco, no deja que los demás se agarren al bote. En esta situación, Bingel constituyó en Ketschendorf un caso ejemplar. Incluso ante el más ignominioso trato, mantuvo dignamente una actitud de nobleza interna, comportándose con la entereza del que en todo instante está pronto a acudir en socorro de sus compañeros de infortunio.

Su ejemplo infundió ánimo a los demás. Cuando, al trasladársele a Landsberg, fué obligado a marchar a pie bajo un ardiente sol estival, se desplomó y fué conducido, moribundo, al campamento. También pueden referirse actos igualmente elogiosos de Roberto v. Siemens, el segundo hijo de Arnaldo, quien, en los últimos tiempos, había sido jefe del Centro técnico-científico de la Siemens-Schuckertwerke. En el campo de concentración contrajo una grave enfermedad, de la cual parecía, en verdad, haberse restablecido, pero su organismo, ya muy depauperado, sucumbió al fin. Un médico, que posteriormente consiguió la libertad, relató con admiración su digno comportamiento. Las « gentes de Siemens », según solía llamárselas, se contaban entre los elementos más activos, espiritual y psíquicamente, que participaron con especial entusiasmo en la universidad popular, la cual funcionaba clandestinamente y cuyos fines estribaban en evitar la amenaza de embrutecimiento que se cernía sobre ellos. Una buena parte cayó en este campo del honor, expresión que no es inadecuada en tal caso.

Un destino diferente a los demás la estaba reservado a v. Buol.

Cuando el 20 de abril hubo de suspenderse el trabajo en la Siemensstadt, no pudo ya regresar a su vivienda, sita en Frohnau, porque este suburbio se encontraba en la zona de combate. Acompañado de otro miembro de la Junta Directiva, se dirigió a Heinenhof, en las riberas del Havel, no lejos de Potsdam. En esta antigua residencia de C. F. v. Siemens se había instalado, después de su fallecimiento, un grupo de laboratorios. También había allí algunas viviendas. En los últimos días del mes fué ocupado, asimismo, este sector por las tropas rusas. Pronto aparecieron elementos uniformados de la MWD, a quienes, al parecer, se les había comunicado el hallazgo de un laboratorio de Siemens, con personas evidentemente importantes. Algunas conversaciones entabladas, en parte, de manera enteramente natural y cortés, tuvieron quizá por consecuencia que tal noticia trascendiese a Moscú. El resultado fué que a v. Buol se le citara para celebrar una entrevista en el cuartel general del Estado Mayor, situado en las cercanías, con cuyo pretexto se procedió a su detención. Al día siguiente se le condujo en un camión a un aerodromo, ordenándosele subir — juntamente con un pequeño grupo de prisioneros civiles alemanes — a un avión de transporte, que tomó rumbo al Este.

A v. Buol no le fué difícil desentrañar el alcance de esta medida. Para ejecutarlo como « criminal de guerra » no era preciso andarse con tales ceremonias, y para montar un proceso exhibicionista, acaso tampoco hubiera sido Rusia el lugar más a propósito ni v. Buol la persona más indicada. No; la MWD había sido probablemente informada por sus colegas rusos de la fama internacional del detenido, y no era de suponer que se le tratase mal, siempre que ... no diese motivo. Si accedía a los deseos de aquéllos, podía acaso llevar una vida exteriormente tolerable, aunque, claro está, en una jaula de oro. Tal vez se le dejase regresar a casa después de algún tiempo, si creían que ya no hacía falta.

En otros tiempos — todavía hace una generación — probablemente le hubieran asaltado a un alemán corriente violentos sentimientos que le obligarían a rechazar rotundamente tal contingencia, sentimientos alentados por la saña con que se enfrentaban los pueblos entre sí. Bien es verdad que v. Buol jamás había tenido la menor comprensión por estas formas de nacionalismo, incluso ya antes de que Hitler las hubiese llevado « ad absurdum ». Por otra parte, la guerra había terminado. Sin embargo, frente a los rusos, el ambiente era entonces distinto que hacia los demás pueblos. Además, existía para él otro compromiso de fidelidad, al que se sentía vinculado: el de la Casa, a la que había servido durante toda su vida. No podía saber si ésta sobreviviría a la catástrofe, pero esperaba que así fuese. El poder infundirle nueva vida sólo sería posible

en el caso de que sus colaboradores le guardaran su antigua lealtad y diesen por ella todo cuanto estuviera en sus manos. Por eso tenía que darles ejemplo. Mucho antes de que se perfilase claramente el derrumbamiento militar y político, se había hecho ya a la idea de que, esta vez, a la industria alemana y, dentro de ésta, sobre todo a las grandes Empresas, se las haría responsables de todo lo imaginable, en vez de señalarse, en justicia, exclusivamente al Estado. Previendo esto, poco antes de ser detenido había hecho propalar entre los que le rodeaban que, en tal caso, se hiciese recaer toda la responsabilidad sobre él. Por consiguiente, mientras que el deber de los colaboradores lo consideraba en el sentido de que siguieran cumpliendo con su misión, el suyo lo centró en echar sobre sus hombros una culpa imaginaria, en la cual apenas si nadie podía tener realmente menos participación que él.

Cuando el avión se disponía a aterrizar, se cernía precisamente el crepúsculo sobre el país, y en la capital centelleaban innúmeras luces. Moscú celebraba la fiesta del 1° de mayo y, al propio tiempo, el preludio de la victoria. Un coche de la policía recogió a los viajeros y los condujo a la cárcel. En ella, v. Buol vió que inmediatamente se registraba a los detenidos, buscando objetos que hubieran podido utilizarse de algún modo para cometer suicidios. Evidentemente darían con la pequeña cápsula de vidrio que, ya desde hacía algún tiempo, llevaba siempre, a todo evento, consigo. Por lo tanto, si quería utilizarla, había de hacerlo precisamente en aquel mismo instante, porque, de lo contrario, sería ya demasiado tarde.

Del 7 al 8 de mayo se firmó la capitulación incondicional de la Wehrmacht, con lo que terminó militarmente la guerra entre Alemania y sus adversarios, comenzándose en Berlín a desalojar las calles de barreras y escombros, para lo cual los rusos hicieron intervenir por la fuerza a grandes sectores de la población berlinesa. En Siemensstadt se presentaron nuevamente al trabajo los primeros elementos pertenecientes a las fábricas, si bien casi todos ellos procedían de la propia Siemensstadt, porque habían sido volados la totalidad de los puentes sobre el Spree y el canal navegable de Berlín a Spandau, de forma que la ciudad fabril se asemejaba a una isla. Al mismo tiempo, hicieron su aparición — en lugar de los salvajes saqueadores que hasta entonces señoreaban las factorías — secciones regulares, con un buen plantel de oficiales, que se calificaban, a sí mismos, miembros de una comisión técnica gubernamental, y a quienes se les había confiado la misión de hacer un inventario de la maquinaria, instalaciones, materias primas, semiacabados y acabados, así como buscar planos, cálculos, informes sobre ensayos, modelos y demás antecedentes técnicos. Pronto se echó de ver que casi todos estos

oficiales eran técnicos electricistas, y, entre ellos, especialistas en maquinaria, rectificadores, aparatos de distribución, técnica de telecomunicación e instrumentos de medida. Tomaron a su servicio a los elementos, todavía disponibles, que integraban los equipos de urgencia, a los miembros de las fábricas que iban en demanda de trabajo y a cualquier obrero recogido en las calles. Inmediatamente comenzaron a desmantelar las instalaciones fabriles.

Entretanto, se habían reunido en Siemensstadt los miembros que quedaran de la Dirección de la Empresa — con los destacados en las zonas occidentales no se tenía, de momento, comunicación alguna — y se esforzaron en volver a poner cierto orden en aquella caótica situación. Por deseo unánime de sus colegas, v. Witzleben asumió la presidencia de la Junta Directiva de ambas Sociedades.

La primera tarea consistió en obtener de los rusos la autorización para reanudar el trabajo y, sobre todo, para suspender los desmantelamientos. Se logró establecer contacto con el comandante de la plaza de Berlín, Capitán General Bersarin, haciéndosele presente que, para cumplir a la mayor brevedad posible la orden, dada por él, en relación con la rápida puesta en servicio de los medios de comunicación, las Empresas de abastecimientos y los centros de producción de Berlín, era indispensable la cooperación de las fábricas Siemens y que, por esta razón, no debía imposibilitarse su funcionamiento con nuevos desmantelamientos. Bersarin replicó que intervendría en el sentido expuesto, pero la comisión técnica gubernamental parecía mantener mejores relaciones con el Alto Mando; el caso es que los desmantelamientos siguieron su curso. Una nueva entrevista con Bersarin tuvo por consecuencia que éste exigiese un memorial, en el que habría de justificarse detalladamente lo que debería quedar en las fábricas, a fin de que éstas pudieran participar en las tareas de reconstrucción. El extenso memorial — redactado en ruso — fué presentado en el plazo más perentorio, pero no sirvió de nada. El ritmo de los desmantelamientos más bien fué en aumento, máxime al correrse la voz de que los rusos tendrían que desalojar la zona occidental de la ciudad de Berlín en favor de los otros tres aliados. En algunas fábricas, la comisión técnica gubernamental había elegido aproximadamente $^{1}/_{3}$ del equipo destinado a ser desmontado, de forma que se podía confiar en que las fábricas se quedarían con los $^{2}/_{3}$ restantes. Luego se confiscó otra tercera parte y, finalmente, se llevaron todo lo demás. Y no se limitaron, por ejemplo, a las máquinas herramientas, de las cuales fueron transportadas, primero, las mayores, luego las pequeñas y, por último, incluso toda clase de herramientas y dispositivos. Más tarde les tocó el turno a las grúas, a los montacargas y demás instalaciones de transporte, a los

innumerables hornos para fundir, recocer y secar, a las instalaciones de soldadura, asfaltado e impregnación, las máquinas de fundición inyectada, los baños electrolíticos, las instalaciones generadoras de gas y de oxígeno, las bombas para líquidos de todas clases, los compresores, soplantes, bombas de vacío con sus tuberías, válvulas, correderas y depósitos y, además, todas las instalaciones de ensayo, y, como pérdida especialmente dolorosa, la zona de pruebas de la fábrica de aparatos de distribución, a la cual ya se ha hecho reiterada alusión, y para la que se había construído toda una parte edificada, habiéndose transportado en un vagón de plataforma baja su gigantesco generador con los correspondientes transformadores, todas las instalaciones del laboratorio con millares de valiosísimos instrumentos, las máquinas de escribir, de calcular y de contabilidad pertenecientes a las oficinas, las reproductoras fotográficas, los dispositivos automáticos de fotografía y máquinas copiadoras, la imprenta de la Empresa, los teletipos con sus centralillas, las instalaciones de relojes centrales, la totalidad de los aparatos telefónicos, con inclusión de su gran central — alojada en un edificio aparte —, los cuerpos de alumbrado, las máquinas de dibujo, las cajas de compases, las reglas de cálculo, los lápices ... cuanto había, y como es lógico, algún dinero en metálico que aún quedaba. Todas las mesas de escritorio y los armarios fueron violentados, y el contenido, que no acertaron a llevarse, esparcido por el suelo. La mayor parte de los expedientes fué arrojada por las ventanas. En el edificio administrativo, según consta en el informe de un testigo ocular, la mitad de las oficinas se utilizaron como letrinas, por cuya razón se poblaron los locales de miriadas de moscardas. Cuando a primeros de julio llegaron a Siemensstadt las tropas británicas, lo primero que hicieron fué organizar equipos de limpieza.

Más tarde, el valor de estas «confiscaciones» — como se denomina tal procedimiento en el lenguaje «oficial» — se calculó en unos 450 millones de Reichsmark, viniendo a agregarse las cuentas bancarias y los valores intervenidos con 350 millones, incautaciones por valor de 100 millones, la pérdida de todo el capital en el extranjero con 500 millones y las destrucciones motivadas por la guerra con 700 millones, esto es, una pérdida total de 2.100 millones de Reichsmark, con lo que el capital total de la Casa se redujo aproximadamente a $^1/_4$ parte del valor últimamente registrado. En esta valoración no va incluída la pérdida de 25.000 patentes en el extranjero, la entrega forzosa de datos relativos a todas las nuevas investigaciones, proyectos, construcciones y procedimientos de fabricación, de carácter esencial; la desarticulación del servicio de clientes en el país y en el extranjero, organizado en varias décadas de

paciente labor, y la pérdida de muchos y valiosos colaboradores, comenzando desde los dos presidentes de las Juntas Directivas hasta el simple obrero auxiliar.

De acuerdo con las ideas usuales en la ciencia y también en la vida económicas, todo ello no significaba otra cosa que el fin de la casa Siemens.

Pero no sucedió así.

Tras cinco años de innúmeras dificultades e ímprobos trabajos pudo advertirse ya que se habían quitado los escombros y se habían puesto los cimientos de un nuevo edificio, y que, al cabo de otros años más, éste se hallaba esencialmente terminado: el Fénix había renacido de sus cenizas. Los pormenores relacionados con ello serán objeto de ulterior relato.

LISTA DE NOMBRES

LISTA DE FIRMAS INDUSTRIALES

LISTA DE OBJETOS